

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

**TRABAJO ESTRUCTURADO DE MANERA INDEPENDIENTE,
MODALIDAD DE TESIS, PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO**

TEMA:

**ESTUDIO ESTRUCTURAL DEL BUS URBANO ENTRADA BAJA DE
ACUERDO A LA NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN 1323 PARA
INCREMENTAR LA COMPETITIVIDAD DE LA EMPRESA PICOSA.**

AUTOR: Daniel Eduardo Hidalgo Pérez

TUTOR: Ing. Gonzalo López

AMBATO-ECUADOR

2011

AUTORÍA

Yo, Daniel Eduardo Hidalgo Pérez, portador de la C.I. 1804072641 tengo a bien indicar que las ideas expuestas en el presente trabajo de investigación: **“Estudio estructural del bus urbano entrada baja de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1323 para incrementar la competitividad de la empresa PICOSA”**, así como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y propuesta son de mi absoluta responsabilidad.

Ambato, abril del 2011

EL AUTOR

Egdo. Daniel Eduardo Hidalgo Pérez

C.I. 1804072641.

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el tema: **“ESTUDIO ESTRUCTURAL DEL BUS URBANO ENTRADA BAJA DE ACUERDO A LA NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN 1323 PARA INCREMENTAR LA COMPETITIVIDAD DE LA EMPRESA PICOSA.”**, desarrollado por el señor DANIEL EDUARDO HIDALGO PÉREZ egresado de la carrera de ingeniería Mecánica, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos tanto técnicos como científicos y está acorde a lo establecido en el Reglamento de Graduación de Pregrado, modalidad Trabajo Estructurado de manera Independiente de la Universidad Técnica de Ambato y en el normativo para la presentación de proyectos de investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo para ser sometidos a la evaluación del Jurado Examinador designado por el H Consejo Directivo.

Ambato, Mayo de 2011

Ing. Gonzalo López

Tutor del proyecto

DEDICATORIA

A mi familia, por su apoyo constante y enseñanza; con sus sabias palabras y consejos han sabido guiarme cada día.

A mi novia; quien me da la fuerza para salir siempre hacia adelante y buscar un futuro junto con ella. Te amo Marce

A todas las personas que confiaron en mí y me ayudaron con sus sabios consejos.

Daniel Eduardo

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por su apoyo incondicional y desinteresado

A todos los que me apoyaron de una u otra manera durante toda mi vida estudiantil.

Al Ing. Gonzalo López por su ayuda constante y la oportunidad brindada

A todos los docentes y personal administrativo de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

A todas las personas que colaboraron con este proyecto.

A carrocerías Picoso Ltda. Por la oportunidad de trabajar con los buenos profesionales que conforman su empresa.

A Dios por la oportunidad de conocerlos a todos, GRACIAS

Gracias a todos

ÍNDICE GENERAL

Ítems	Página
PORTADA	I
AUTORÍA DEL PROYECTO	II
CERTIFICACIÓN	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE GENERAL	VI
ÍNDICE DE TABLAS, FIGURAS Y GRÁFICAS	XI
RESUMEN EJECUTIVO	XV

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA.....	1
1.1 TEMA: Estudio estructural del bus urbano entrada baja de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1323 para incrementar la competitividad de la empresa PICOSA.	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN.....	1

1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA...	2
1.2.3 PROGNOSIS.	2
1.2.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	2
1.2.5 PREGUNTAS DESCRIPTIVAS.	3
1.2.6 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.	3
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.	3
1.4. OBJETIVOS	4
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	4
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	5
2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
2.2.1. ESTABILIDAD LATERAL.....	6
2.2.2 MATERIALES ESTRUCTURALES EMPLEADOS EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ.	7
2.2.3 ACERO ASTM A36.	8
2.2.4 ACERO INOXIDABLE.	9

2.2.4.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS ACEROS INOXIDABLES COMO MATERIAL ESTRUCTURAL4.	10
2.2.5 ALUMINIO.	12
2.2.5.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL ALUMINIO COMO MATERIAL ESTRUCTURAL.	16
2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	17
2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.	18
2.5 HIPÓTESIS.	27
2.6 VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.....	27
CAPÍTULO III.	28
METODOLOGÍA.....	28
3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.	28
3.2. MODALIDAD Y TIPO DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
3.2.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	29
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.	29
3.4.1 POBLACIÓN O UNIVERSO DE ESTUDIO.	29
3.4.2. TAMAÑO DE POBLACION.....	29

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	31
3.5.1 Variable Independiente: El diseño y análisis cuasi estático de la estructura del bus urbano entrada baja de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1323.....	31
3.5.2 Variable Dependiente: Incremento competitivo de la empresa PICOSA.	32
3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	33
3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....	33
3.7.1 METODO DE PRESELECCIÓN.	33
CAPÍTULO IV.....	34
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	34
4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS.	34
4.2 INTERPRETACION DE DATOS.....	35
4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.....	38
4.3.1. VARIABLE DEPENDIENTE: INCREMENTO COMPETITIVO DE LA EMPRESA PICOSA	39
4.3.2. VARIABLE INDEPENDIENTE: DISEÑO Y ANÁLISIS CUASI ESTÁTICO DE LA ESTRUCTURA DEL BUS TIPO URBANO ENTRADA BAJA DE ACUERDO A LA NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN 1323.	39
CAPÍTULO V.....	40
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40

5.1. CONCLUSIONES.	40
5.2. RECOMENDACIONES.	42
CAPÍTULO VI.	43
PROPUESTA	43
6.1. DATOS INFORMATIVOS.....	43
6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.	43
6.2.1. PARÁMETROS DE DISEÑO	43
6.2.1.1. MATERIAL A UTILIZAR.	43
6.2.2. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA	46
6.2.3. CARGAS DE DISEÑO.	46
6.3. JUSTIFICACIÓN.	47
6.4. OBJETIVOS.....	47
6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.	47
6.6 FUNDAMENTACIÓN.	48
6.6.1 ANÁLISIS DE INVERSIÓN.	49
6.7 METODOLOGÍA.	51
6.7.1. CÁLCULO DE CARGAS DE DISEÑO.....	51

6.7.1.1. DETERMINACIÓN DE CARGAS.....	56
CÁLCULO DE CARGAS.....	56
Carga viva (V).....	56
Carga muerta (M).....	59
Carga de viento (Raf).....	62
Carga de frenado (F).....	63
Carga lateral durante giros rápidos (G).....	65
6.7.2. CALCULO DE CENTRO DE GRAVEDAD.....	67
6.7.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	76
6.7.3.1. INTERPRETACION DE DATOS.....	76
6.8. ADMINISTRACIÓN.....	91
BIBLIOGRAFÍA.....	92

ÍNDICE DE TABLAS, FIGURAS Y GRÁFICOS

TABLAS

Tabla 2.1. Masa de cada pasajero para ensayo	6
Tabla 2.2 Composición química del acero ASTM A36.....	8
Tabla 2.3. Uso del aluminio en partes de vehículos	14
Tabla 3.1. Tabla de carroceros encuestadas	29
Tabla 4.1. Matriz de Ponderación.....	36
Tabla 6.1 Lista de materiales estructura bus urbano	48
Tabla 6.2 Costo de carrocería.....	49
Tabla 6.3 Dimensiones Generales de la carrocería	51
Tabla 6.4 Materiales Estructurales	52
Tabla 6.5 Pesos y Capacidades de carga.....	53
Tabla 6.6.- Cargas vivas de diseño	57
Tabla 6.7.- Cálculos de carga muerta	59
Tabla 6.8 Velocidades y radios mínimos en carretera. Según NTE 1323	65
Tabla 6.9 Cálculo de cargas	66

Tabla 6.10 Momentos de acuerdo a los pesos	69
Tabla 6.11 Carga de tripulación y pasajeros	70
Tabla 6.12 Cálculo de distribución de carga de tripulación y pasajeros	70
Tabla 6.13 Calculo de longitud (L).....	73
Tabla 6.14 Altura del centro de gravedad de la carrocería desde la superficie del bastidor del chasis (HB)	74
Tabla 6.15 Calculo del centro de gravedad	75
Tabla 6.16 Resultados obtenidos de análisis del software	78
Tabla 6.17 Propiedades de las secciones estructurales	79
Tabla 6.18 Cálculo de esfuerzo máximo admisible	79
Tabla 6.19 Desplazamiento máximo	88
Tabla 6.20 Longitud permisible.....	89
Tabla 6.21 Costos de administración	91

FIGURAS

Figura. 2.1. Modelo de cálculo y ensayo de estabilidad	7
Figura 2.2. Bus Volvo con carrocería de acero inoxidable	10
Figura 2.3. Carrocería de aluminio. Audi A8.....	13

Figura 2.4. Bus con carrocería de aluminio	
Fabricado por Zhengzhou Yutong Bus Company	15
Figura 2.5. Tipos de innovación	26
Figura 2.6. Niveles de competitividad	26
Figura 6.1 Aplicación de carga viva	58
Figura 6.2 Aplicación de carga muerta	61
Figura 6.3 Aplicación de carga de resistencia del aire	63
Figura 6.4 Aplicación de carga de frenado brusco	64
Figura 6.5 Aplicación de carga de acelerado brusco	64
Figura 6.6 Aplicación de carga de giro	66
Figura. 6.7 Momentos de acuerdo a los pesos	68
Figura. 6.8. Calculo de W_{fb} y W_{rb} (Reacciones)	69
Figura. 6.9. Distribución de masas de pasajeros y tripulación	70
Figura. 6.10 Centro de gravedad	71
Figura. 6.11. Parámetros de cálculo del centro de gravedad	72
Figura. 6.12. Cálculo de centro de gravedad	73

Figura. 6.13. Altura del centro de gravedad de la carrocería desde la superficie del bastidor del chasis (HB)	74
Figura. 6.14 Centro de masa	77
Figura. 6.15 Resultado de análisis estructural.	77
Figura. 6.16 Chequeo de miembros estructurales	78
Figura. 6.17 Soldadura a Tope	89
Figura. 6.18 Soldadura de Filete	90

ANEXOS

Anexo 1. LISTADO DE EMPRESAS CALIFICADAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CARROCERÍAS POR PARTE DE LAS ESCUELAS POLITÉCNICAS EN BASE DEL CONVENIO CON LA EMMOP-Q.	95
Anexo 2 Clúster de carrocerías Mayo 2011	99
Anexo3 Tabla 6.12 Costos de materiales extras BUS URBANO	102
Anexo 4 Hoja técnica de chasis MB OM-904 LA	113
Anexo 5. Planos estructura de bus urbano entrada baja.....	118

PLANOS

Plano 1 FRENTE	119
----------------------	-----

Plano 2 POSTERIOR	120
Plano 3 LATERAL DERECHA	121
Plano 4 LATERAL IZQUIERDA	122
Plano 5 PISO	123
Plano 6 TECHO	124
Plano 7 ESTRUCTURA	125

RESUMEN EJECUTIVO

Este proyecto se cumplió bajo el concepto de la necesidad empresarial de adquirir los certificados pertinentes para la elaboración futura de buses entrada baja mediante norma técnica ecuatoriana INEN

Para la elaboración de este proyecto se realizó los respectivos análisis estructurales para la estructura del bus tipo urbano entrada baja mediante la norma INEN 1323 con los requerimientos de la empresa PICOSA. LTDA.

La estructura de la carrocería está diseñada mediante aceros estructurales comerciales existentes dentro del país y con el propósito de bajo costo en inversión de materiales ya que estos están diseñados para soportar las cargas admitidas bajo concepto de análisis de esfuerzos permisibles bajo la norma ASD 2001.

Las cargas del diseño para el análisis estructural está basada en la norma INEN 1323 vigente, cabe recalcar que la empresa es la responsable de hacer cumplir lo estipulado en los planos y revisión de calidad bajo las normas vigentes de construcción de carrocerías.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 TEMA: Estudio estructural del bus urbano entrada baja de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1323 para incrementar la competitividad de la empresa PICOSA.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN

Con el crecimiento de la población en la industria automotriz se ha provocado la mayor necesidad de transportes de uso masivo y por el aumento de accidentes de tránsito debido a diferentes factores entre los más frecuentes volcamientos, los países industrializados tales como Japón, China con la industria Youtong, Estados Unidos y España, etc. Con los diferentes institutos dedicados a realizar pruebas de vuelco y de estabilidad lateral, analizan las composiciones estructurales de los Autocares (buses), en América del sur países como Brasil con grandes industrias en el campo de carrocerías metálicas tales como Marcopolo, Busscar, Volvo, realizan las pruebas de materiales tanto de chasis como estructura con el fin de encontrar una estabilidad apropiada para el servicio a prestarse de acuerdo a normas nacionales y extranjeras.

En el país se ve la determinación de ofrecer a los usuarios mayor seguridad en lo que se refiere a la estructura de los buses de transporte de pasajeros para conservar un estándar de desarrollo empresarial cumpliendo las normas de diseño de acuerdo al INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización) cumpliendo con RTE (Reglamento Técnico Ecuatoriano) tales como la NTE INEN 1323, en lo que se refiere a la construcción y diseño para satisfacer las necesidades tanto de clientes como usuarios del transporte de uso masivo para competir en el mercado nacional

e internacional, es por este motivo que la empresa PICOSA de la ciudad de Ambato, hace hincapié en la mejora de sus productos como son las carrocerías, dadas las expectativas de mercado por poner en las calles las carrocerías para bus tipo urbano entrada baja, siendo lo primordial para su futura elaboración obtener una estructura confiable, rentable y duradera.

1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA.

Debido a la gran cantidad de empresas carroceras en el centro del país lo cual dificulta la aceptación de los clientes. La empresa Picoso ha visto la necesidad de incrementar su nivel de competitividad con una mejor estructura, para obtener carrocerías económicas y livianas debido a la poca estandarización de materiales en su construcción.

En los nuevos reglamentos determinados por la INEN en cuanto a transporte urbano las empresas carroceras ponen hincapié en aprovechar la oportunidad para mostrar sus carrocerías y obtener mejor acogida. Es por esto, que es importante un estudio que permita obtener la carrocería entrada baja de acuerdo a los estándares de diseño y construcción con costos accesibles, y materiales de calidad.

1.2.3 PROGNOSIS

El análisis estructural bajo cargas estáticas y dinámicas, elección de los materiales para la construcción de la carrocería en el país permite innovar en la adecuación de la carrocería entrada baja para bus tipo urbano a la industria nacional y facilitaría a las empresas y el cliente nacional ya que los buses carrozados no tendrían que importarse de otros países previniendo así mayores costos, incrementando la entrada de recursos económicos hacia la industria carrocera nacional y local

1.2.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Se podrá incrementar la competitividad de la empresa Picoso al realizar el análisis estructural en la carrocería entrada baja de bus urbano?

1.2.5 PREGUNTAS DESCRIPTIVAS.

¿Cómo se determina los factores de falla en estructuras?

¿Cómo se determina el material apropiado para la estructura?

¿Cómo afecta a la competitividad de una empresa carrocera el diseño y cálculo estructural?

1.2.6 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

TEMPORAL

A partir del mes de febrero 2010 hasta el mes de abril del 2011.

ESPACIAL

Ecuador, Tungurahua, Ambato, Carrocería PICOSA Ltda.

CONTENIDO

Este proyecto de acuerdo a su complejidad está dentro de los campos de diseño mecánico, estructuras metálicas, resistencia de materiales, elementos finitos.

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación de este tema de acuerdo con las necesidades de la industria carrocera PICOSA para mejorar sus modelos de bus urbano, debido a la reglamentación existente a nivel nacional, la cual ve por la integridad de las personas discapacitadas y de la tercera edad con la finalidad de eliminar los obstáculos a la entrada y salida de los buses, propuesto por la norma INEN 2205, es por esto que las diferentes empresas que se dedican a la construcción de carrocerías se ven obligadas a la necesidad de buscar un nuevo diseño estructural para la introducción en sus procesos de producción para competir en el mercado con precios justos contra las empresas extranjeras y nacionales.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar cuasi-estáticamente la estructura del bus urbano entrada baja de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1323, para incrementar la competitividad de la empresa PICOSA.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar mediante elementos finitos la estructura metálica de la carrocería de bus tipo urbano entrada baja.
- Determinar las cargas que afectan a la estructura metálica bajo la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1323
- Encontrar los materiales apropiados para el modelo.
- Determinar la influencia del diseño de la estructura para la carrocería entrada baja en la competitividad de la empresa PICOSA.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

La Resistencia de Materiales, o Mecánica de los Cuerpos Deformables, estudia los efectos que las fuerzas aplicadas ejercen sobre los cuerpos. De estos efectos, los más importantes son los esfuerzos, o fuerzas por unidad de superficie, y las deformaciones, o desplazamientos por unidad de longitud.

El Cálculo de Estructuras tiene por objeto el estudio de la estabilidad y resistencia de las construcciones de manera que bajo las acciones que aquellas soportan tanto las fuerzas internas, denominadas tensiones o esfuerzos, como las deformaciones que se presentan han de quedar dentro de ciertos límites establecidos. Límites que se determinan ensayando los materiales de diversas maneras como: tracción, compresión, fatiga, choque, etc. y observando el comportamiento de estructuras ya conocidas.

La imposibilidad existente de la determinación exacta de tensiones y deformaciones se soslaya¹ eligiendo formas estructurales y materiales de comportamiento conocido, o equiparando dichas formas, siempre que se compruebe la admisibilidad de esta idealización a otras más sencillas e incluso, realizando ensayos previos en modelos.

En el campo de la industria automotriz se realiza distintos tipos de análisis estructurales en el caso de España por el Instituto Universitario de Investigación del Automóvil, Universidad Politécnica de Madrid (INSIA-UPM), los cuales

¹ Soslaya.- Prevenir

establecen distintos parámetros de diseño de carrocerías como exponen en sus temas de investigación de modelo matemático del ensayo de estabilidad lateral de Autobuses y Autocares.

2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1. ESTABILIDAD LATERAL²

Requisitos reglamentarios

La Directiva 2001/85/CE incorpora entre sus requisitos el ensayo de estabilidad a vuelco. En su punto 7.4 se establece como requisito que los vehículos deben de soportar sin que se produzca el vuelco del vehículo un ángulo de inclinación lateral sobre plataforma de 28°, con el vehículo en orden de marcha y unas masas Q indicadas en la Tabla 2.1 colocadas en cada butaca. En el caso de viajeros de pie, la masa Q se deberá distribuir por el espacio destinado a tal fin colocada a una altura de 875 mm y en el caso de llevar sillas de ruedas, se deberá colocar una masa de 250 kg a una altura de 500 mm del suelo.

<i>Clase de vehículo</i>	<i>Q (kg) masa de un pasajero</i>	<i>Ssp (m² /pasajero) Espacio convencional para un pasajero de pie</i>
<i>Clases I y A</i>	<i>70</i>	<i>0,125</i>
<i>Clase II</i>	<i>71 (*)</i>	<i>0,15</i>
<i>Clases III y B</i>	<i>71 (*)</i>	<i>Ningún pasajero de pie</i>

Tabla 2.1. Masa de cada pasajero para ensayos

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1323

De forma alternativa se puede utilizar un método de cálculo alternativo para demostrar que el vehículo no vuelca en las condiciones descritas, en el que se

² Instituto Universitario de Investigación del Automóvil, Universidad Politécnica de Madrid (INSIA-UPM),

deben de tener en cuenta al menos los siguientes parámetros; masas y dimensiones, rigidez de la suspensión, centros de balanceo, características del control de presión de la suspensión neumática y la rigidez torsional.

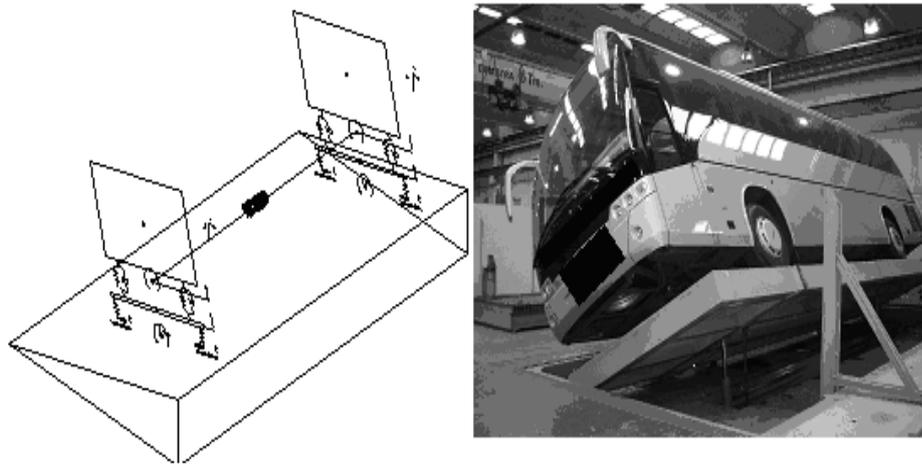


Figura. 2.1. Modelo de cálculo y ensayo de estabilidad

Fuente: Instituto Universitario de Investigación del Automóvil, Universidad Politécnica de Madrid (INSIA-UPM).

2.2.2 MATERIALES ESTRUCTURALES EMPLEADOS EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ.

Los vehículos anteriores a 1985 eran construidos con materiales que contenían una gran cantidad de hierro para tratar de hacerlos más resistentes a los choques, pero a su vez eran vehículos muy pesados, gastaban más combustible y además la fuerza del impacto no era absorbida por la estructura sino transmitida a los ocupantes. A partir de 1985 los fabricantes empiezan a incorporar tanto al chasis como a la carrocería unos nuevos materiales y aleaciones basadas en aceros que permiten una mejor resistencia al impacto, son más livianos y absorben mucho mejor la fuerza del choque. Por lo tanto para garantizar la seguridad de los ocupantes del vehículo, los fabricantes han tratado de crear una especie de jaula

de protección para que el impacto no afecte a los pasajeros, lo cual de alguna forma es bastante ventajoso³.

2.2.3 ACERO ASTM A36.²

Es el material estructural más usado para la construcción de estructuras en el mundo. Es fundamentalmente una aleación de hierro (mínimo 98%), con contenidos de carbono menores del 1% y otras pequeñas cantidades de minerales como manganeso, para mejorar su resistencia, y fósforo, azufre, sílice y vanadio para mejorar su soldabilidad y resistencia a la intemperie. Es un material usado para la construcción de estructuras de gran resistencia, producido a partir de materiales muy abundantes en la naturaleza. Entre sus ventajas está la gran resistencia a tensión y compresión y el costo razonable.

El acero laminado en caliente, fabricado con fines estructurales, se denomina como acero estructural al carbono, con límite de fluencia de 36000 psi

PROPIEDADES DEL MATERIAL

Acero ASTM A-36

Propiedades mecánicas

Esfuerzo de Fluencia = 36000 psi.

Resistencia a la Tracción = 58000 psi.

Elongación en 2 pulgadas = 20 %.

COMPOSICIÓN QUÍMICA	% PESO
Carbono (C)	0.26 máx.
Fósforo (P)	0.040 máx.
Azufre (S)	0.05 máx.
Silicio (Si)	0.40 máx.

Tabla 2.2 Composición química del acero A36.

Fuente: [http://www.holmatrousa.com/espanol/artuculos/TECNOLOGIA Y RESCATE EN VEHICULOS MODERNOS.pdf](http://www.holmatrousa.com/espanol/artuculos/TECNOLOGIA_Y_RESCATE_EN_VEHICULOS_MODERNOS.pdf)

2.2.4 ACERO INOXIDABLE.³

El acero inoxidable es una aleación de hierro y carbono que contiene por definición un mínimo de 10,5% de cromo. Algunos tipos de acero inoxidable contienen además otros elementos aleantes. Los principales son el níquel y el molibdeno. Es un tipo de acero resistente a la corrosión.

Existen muchos tipos de acero inoxidable y no todos son adecuados para aplicaciones estructurales, particularmente cuando se llevan a cabo operaciones de soldadura. Hay cinco grupos básicos de acero inoxidable clasificados de acuerdo con su estructura metalúrgica: austeníticos, ferríticos, martensíticos, dúplex y de precipitación-endurecimiento (endurecimiento por precipitación). Los aceros inoxidables austeníticos y dúplex son, en general, los grupos más empleados en aplicaciones estructurales.

Nacidos del acero al carbono, los inoxidables (vitales en el actual desarrollo tecnológico) han dado paso a toda una generación de nuevos materiales conocidos como súper-aleaciones. De entre la gran variedad de súper-aleaciones, las de base níquel suponen el 35% de toda su producción. Estas aleaciones, de uso tanto en la industria aeroespacial como en la de generación de energía, poseen características mecánicas excepcionales a altas temperaturas.

Un ejemplo del uso de este acero en la construcción de carrocerías para buses, es el encontrado en la empresa finlandesa Volvo, donde el material básico de 9700 buses es el acero inoxidable. Estos buses empezaron a usar el acero inoxidable en la construcción de carrocerías en 1991 (Figura 2.2). El concepto de cooperación de acero inoxidable con la corporación Volvo Bus empezó en 1995. Esta construcción es escogida para dar al cliente las ventajas de una estructura con resistencia a la corrosión.

³ <https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3319/4/55868-4.pdf>



Figura 2.2. Bus Volvo con carrocería de acero inoxidable.

Fuente: <https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3319/4/55868-4.pdf>

2.2.4.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS ACEROS INOXIDABLES COMO MATERIAL ESTRUCTURAL⁴

Ventajas.

- Una carrocería de acero inoxidable mantiene su resistencia original durante toda la vida útil del bus.
- El bus mantiene su apariencia atractiva durante muchos años de operación.
- El costo de mantenimiento es bajo.
- La carrocería es fácil de reparar.
- La carrocería de acero inoxidable tiene un alto valor de segunda mano.
- El cromo que contiene posee gran afinidad por el oxígeno y reacciona con él formando una capa que evita la corrosión del hierro contenido en la aleación.

- Todos los aceros inoxidables contienen el cromo suficiente para darles características de inoxidables. Muchas aleaciones inoxidables contienen además níquel para reforzar aún más su resistencia a la corrosión. Estas aleaciones son añadidas al acero en estado de fusión para hacerlo “inoxidable en toda su masa”. Por este motivo, los aceros inoxidables no necesitan ser ni chapeados, ni pintados, ni de ningún otro tratamiento superficial para mejorar su resistencia a la corrosión.
- En el acero inoxidable no hay nada que se pueda pelar, ni desgastar, ni saltar y desprenderse.
- Los aceros inoxidables ofrecen una adecuada relación resistencia mecánica - peso, propiedades higiénicas, resistencia a temperaturas elevadas y criogénicas y valor a largo plazo. Son totalmente reciclables y amigables con el medio ambiente.
- Los aceros inoxidables son ampliamente utilizados en varios sectores, desde la más sofisticada aplicación industrial hasta los utensilios domésticos. Contribuyen, de manera indirecta, a satisfacer las necesidades humanas básicas tales como alimentación, salud, construcción, medio ambiente, transporte y energía.

Desventajas.

- El costo de adquisición del acero inoxidable es muy alto en comparación con los aceros convencionales.
- Su limitada disponibilidad en el mercado nacional hace que su empleo en los procesos de fabricación sea también limitado.
- La tecnología ecuatoriana actual convierte al proceso de soldadura del acero inoxidable en un proceso bastante costoso debido a la sofisticación del equipo que se necesita para este propósito.

2.2.5 ALUMINIO.⁴

En poco más de ciento cincuenta años, el aluminio y sus aleaciones han pasado de ser desconocidas (en 1900 se consumían 8.000 kg de aluminio) a rodearnos en nuestra vida cotidiana (en 1999 el consumo mundial fue de 24 millones de toneladas), pudiendo considerarse como el gran competidor del acero para algunos usos estructurales.

No cabe duda de que su baja densidad (2,7 g/cm³ frente a los 7,8 g/cm³ del acero) hace que su aplicación en el transporte sea prioritaria. A esto hay que añadir su gran resistencia a la corrosión y sus increíbles propiedades mecánicas superiores, incluso, a las de muchos aceros.

En forma de placa o lámina se usa en la industria del transporte en carrocerías, tanques o escaleras; son ideales para la fabricación de carros de ferrocarril o de trenes urbanos y en general para aplicaciones estructurales. El uso de aluminio en las partes que componen a autos y camiones ha aumentado en forma constante en la última década.

Dadas las excelentes características de este material y sus importantes ventajas en el uso automotriz, varias empresas de fama mundial lo han adoptado como su materia prima preferida para la fabricación de las carrocerías. Es así como la empresa Audi es la pionera dentro de la industria automotriz en utilizar este material tal como se observa en la figura 2.3. El aluminio como opción en la construcción de piezas de la carrocería ha tomado un papel mucho más preponderante, y su aplicación en piezas móviles como el capot del Peugeot 307 y del Renault Laguna 2 dan clara idea de esto. El Audi A8 (Figura 2.3) es el primer vehículo con carrocería de aluminio, la estructura de la carrocería es de aluminio

⁴ http://www.obtesol.es/index.php?option=com_content&task=view&id=2772&Itemid=30

de alta resistencia, en la cual se integran los paneles de forma que éstos también realicen una función de soporte de carga. Junto con la chapa de aluminio de alta resistencia, la carrocería de aluminio se caracteriza por su excepcional rigidez y protección contra choques, superior a la media, pero, al mismo tiempo, por su peso considerablemente menor. En comparación: un Audi A8 pesa 895 kilogramos, aproximadamente 150 Kg. menos que un modelo comparable con carrocería convencional de acero. Las ventajas que presenta para el conductor son: mayor seguridad, mejor rendimiento, mejor maniobrabilidad, menor consumo de combustible, facilidad de reparación



Figura 2.3. Carrocería de aluminio. Audi A8.

Fuente: AUDI España, ASF Audi Space Frame

A continuación, se dan algunos ejemplos del uso de estas piezas en las carrocerías de los automóviles.

Marca	Modelo	Piezas de aluminio
AUDI	A8, A2	Íntegramente
BMW	Serie 7	Íntegramente
RENAULT	Laguna	Capot
PEUGEOT	307	Capot
FERRARI	355	Capot
VOLVO	S60	Capot y portón
SUBARU	Forester	Capot

Tabla 2.3. Uso del aluminio en partes de vehículos.

Fuente: AUDI España, ASF Audi Space Frame

Todas estas incorporaciones han llevado a que los valores de entre un 7% y 9% en el cual se usaba este material, alcancen valores del 12% al 15% de su peso, sin considerar aquellos que poseen su carrocería fabricada íntegramente de aluminio.

Para citar otro ejemplo del empleo del aluminio en la industria carrocera, se tiene que en la ciudad de BEIJING empresa de aluminio líder a nivel mundial “Alcoa”, y Zhengzhou Yutong Bus Company (Yutong), principal fabricante de autobuses de China y segunda productora en el mundo, presentaron dos nuevos prototipos de autobuses ecológicos mostrados y probados durante los Juegos Olímpicos del Verano de 2008 desarrollados en Beijing (Figura 2.4).

Los nuevos autobuses con carrocería de aluminio son aproximadamente 46% más livianos que los autobuses tradicionales y, en consecuencia, requieren menos combustible y emite una cantidad mucho menor de gases de efecto invernadero.

Estos autobuses cuentan con tecnología tridimensional de Alcoa (utilizada en ciertos automóviles como Ferrari 612 y todos los Ferrari Gran Turismo, y en el Audi A8, galardonado por la Comisión Europea y la Oficina Europea de Patentes con el Premio al Inventor Europeo del Año 2008 por el desarrollo del vehículo y el uso de aluminio liviano y resistente para la fabricación de vehículos más

livianos, más seguros y con bajo consumo de combustible), ruedas de aluminio forjado, paneles laterales y techo de aluminio y sujetadores.

Los nuevos autobuses Yutong fueron sometidos a intensas pruebas en ruta. A tales fines, se utilizarán, por ejemplo, para el traslado durante los Juegos Olímpicos en Beijing y otras ciudades importantes de China. Estos autobuses pertenecen a una asociación dedicada a aplicar diseños estructurales, materiales y tecnologías de fabricación de primera clase al desarrollo de una nueva generación de autobuses ecológicos y eficaces en cuanto al ahorro de energía para el creciente número de usuarios del transporte público de China.

Un estudio realizado recientemente por el Instituto de Investigación de Energía y Medio Ambiente en Heidelberg, Alemania, que se expuso en la Conferencia sobre Aluminio y Transporte de China 2007 en Dalian, reveló que la reducción de 100 kg. En un autobús diesel urbano que realiza varias paradas, permitiría ahorrar 2550 litros de combustible y reducir, de forma significativa, las emisiones de gases de efecto invernadero equivalentes a CO₂ de por vida.



Figura 2.4. Bus con carrocería de aluminio fabricado por Zhengzhou Yutong Bus Company

Fuente: www.businesswire.com/bwapps/mediaserver/ViewM.

2.2.5.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL ALUMINIO COMO MATERIAL ESTRUCTURAL.

Ventajas.

- Los nuevos autobuses con carrocería de aluminio son aproximadamente 46 por ciento más livianos que los autobuses tradicionales y, en consecuencia, requieren menos combustible y emiten una cantidad mucho menor de gases de efecto invernadero.
- Los vehículos construidos con aluminio, requerirán menor fuerza o potencia para moverse.
- Para el transporte, el aluminio es un elemento ideal gracias a que es ligero, fuerte y es fácil de moldear. El gasto inicial en energía es totalmente recuperable ya que el vehículo ahorrará mucha gasolina.
- La utilización de este metal reduce ruido y vibración.
- Gracias al aluminio, muchas partes de los vehículos son recicladas.
- El aluminio absorbe energía cinética lo cual evita, que en un accidente, la reciban los pasajeros.
- El aluminio no se oxida como el acero; esto significa que los vehículos, en zonas climatológicas de gran humedad tengan una vida más larga.
- Los autos con cuerpo de aluminio duran tres o cuatro veces más que los que tienen un chasis de acero.
- Los beneficios en una disminución del 40% en el peso contra una carrocería convencional de acero, la propiedad de auto protegerse de la oxidación mediante la creación de una capa de óxido de aluminio y su alta rigidez, conjuntamente con

una adecuada absorción de energía, hacen de él un material sumamente noble para la fabricación de un vehículo.

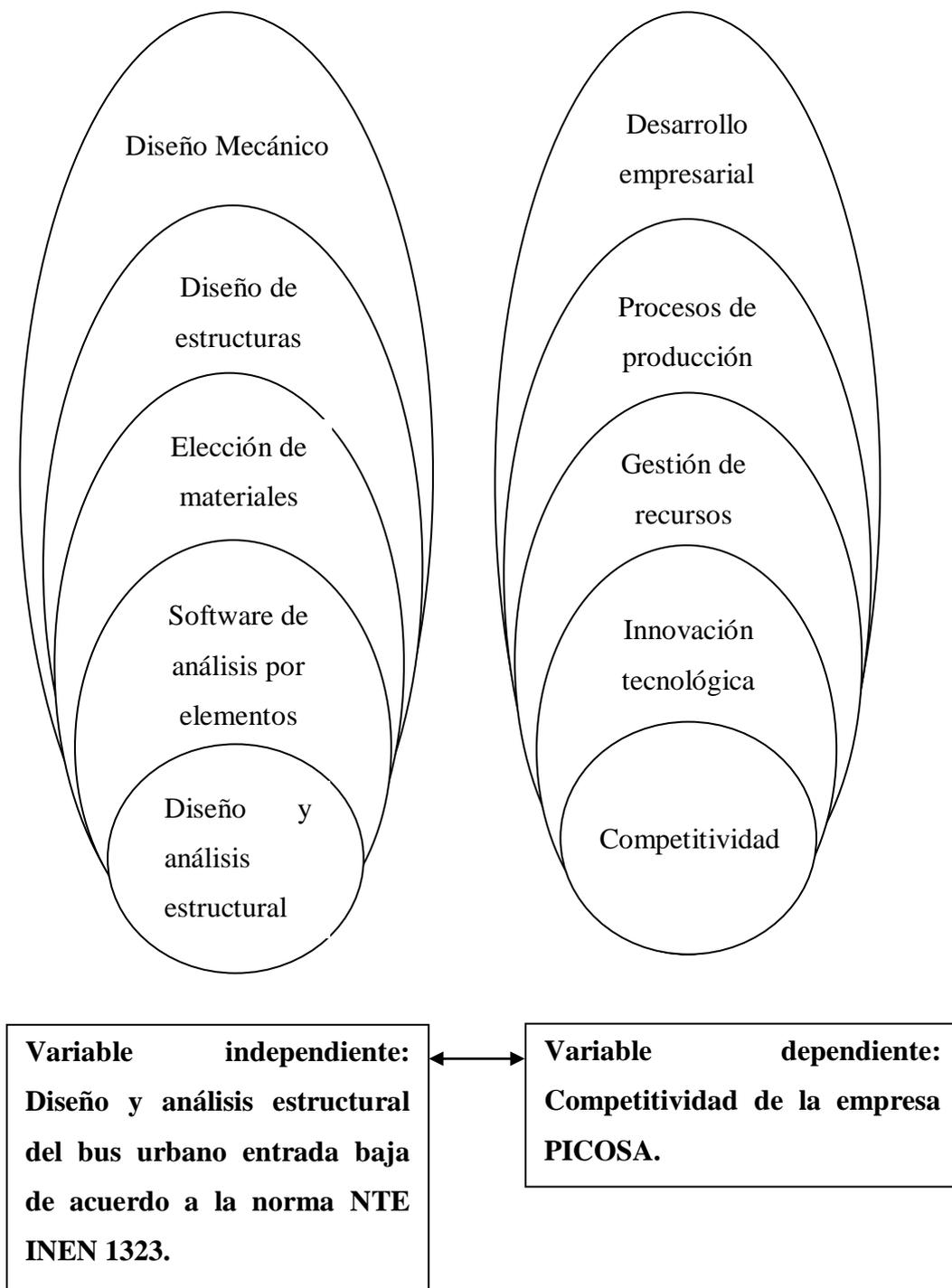
Desventajas.

- El costo de adquisición del aluminio es muy alto en comparación con los materiales convencionales.
- Su limitada disponibilidad en el mercado nacional hace que su empleo en los procesos de fabricación sea también limitado.
- La tecnología ecuatoriana actual convierte al proceso de soldadura del aluminio en un proceso bastante costoso debido a la sofisticación del equipo que se necesita para este propósito.

2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

- ✓ Norma Técnica Ecuatoriana, NTE INEN 1323
- ✓ Norma Técnica Ecuatoriana, NTE INEN 2205
- ✓ Reglamento Mercosur MERCOSUR/GMC/RES. N° 20/02
- ✓ Reglamento Europeo 36.
- ✓ Reg.66-Rev.1. Uniform Technical Prescriptions Concerning the Approval of Large Passenger Vehicles With Regard To the Strength of Their Superstructure.
- ✓ Reglamento Técnico Ecuatoriano, RTE INEN 038.

2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES



Diseño Mecánico

Es la concepción original de un objeto u obra destinados a la producción en serie.⁵

En ingeniería el diseño mecánico es resultado de investigaciones sobre el límite de fluencia de los materiales, valor de esfuerzo aplicado en el que el material comienza a deformarse permanentemente, adquiriendo propiedades diferentes a las que tenía antes de someterlo a una fuerza.

Para lograr un diseño adecuado, se debe llegar a un cociente límite de fluencia / fuerza aplicada (en la manera más sencilla de presentarlo) mayor a la unidad.

El proceso de diseño inicia con la identificación de la necesidad, para luego plantear el problema concreto, también se realiza de manera interactiva el análisis y síntesis hasta concluir con el diseño final.

Diseño estructural⁶

Etapas en el proceso del diseño

Proceso creativo mediante el cual se le da forma a un sistema estructural para que cumpla una función determinada con un grado de seguridad razonable y que en condiciones normales de servicio tenga un comportamiento adecuado. Es importante considerar ciertas restricciones que surgen de la interacción con otros aspectos del proyecto global; las limitaciones globales en cuanto al costo y tiempo de ejecución así como de satisfacer determinadas exigencias estéticas. Entonces, la solución al problema de diseño no puede obtenerse mediante un proceso matemático rígido, donde se aplique rutinariamente un determinado conjunto de reglas y formulas.

⁵ Diccionario de la lengua. Real Academia Española.

⁶ <http://www.monografias.com/trabajos6/dies/dies.shtml>

a) Etapa de estructuración

Es probable la etapa más importante del diseño estructural pues, la optimización del resultado final del diseño depende de gran medida del acierto que se haya obtenido en adoptar la estructura del esqueleto más adecuada para una edificación específica.

En esta etapa de estructuración se seleccionan los materiales que van a constituir la estructura, se define el sistema estructural principal y el arreglo y dimensiones preliminares de los elementos estructurales más comunes. El objetivo debe ser el de adoptar la solución óptima dentro de un conjunto de posibles opciones de estructuración.

b) Estimación de las solicitaciones o acciones

En esta segunda etapa del proyecto, se identifican las acciones que se consideran que van a incidir o que tienen posibilidad de actuar sobre el sistema estructural durante su vida útil. Entre estas acciones se encuentra, por ejemplo, las acciones permanentes como la carga muerta, acciones variables como la carga viva. Acciones accidentales como el viento y el sismo. Cuando se sabe de antemano que en el diseño se tienen que considerar las acciones accidentales es posible seleccionar en base a la experiencia la estructuración más adecuada para absorber dichas acciones.

c) Análisis estructural

Procedimiento que lleva la determinación de la respuesta del sistema estructural ante la solicitación de las acciones externas que puedan incidir sobre dicho sistema. La respuesta de una estructura o de un elemento es su comportamiento bajo una acción determinada; está en función de sus propias características y puede expresarse en función de deformaciones, agrietamiento, vibraciones, esfuerzos, reacciones, etc.

Para obtener dicha respuesta requerimos considerar los siguientes aspectos:

b) Idealización de la estructura.

Seleccionar un modelo teórico y analítico factible de ser analizado con los procedimientos de cálculo disponible. La selección del modelo analítico de la estructura puede estar integrada de las siguientes partes:

I.- Modelo geométrico. Esquema que representa las principales características geométricas de la estructura.

II.- Modelo de las condiciones de continuidad en las fronteras. Debe establecerse como cada elemento está conectado a sus adyacentes y cuáles son las condiciones de apoyo de la estructura.

III.- Modelo del comportamiento de los materiales. Debe suponerse una relación acción - respuesta o esfuerzo - deformación del material que compone la estructura.

IV.- Modelo de las acciones impuestas. Las acciones que afectan la estructura para una condición dada de funcionamiento se representan por fuerzas o deformaciones impuestas.

c) Métodos del diseño estructural

Diseño por medio de modelos

Se recomienda en el diseño de elementos estructurales de forma muy compleja que no son fáciles de analizar por medio de los modelos matemáticos usuales.

1. Método de los esfuerzos de trabajo o de esfuerzos permisibles o teoría elástica

Los elementos mecánicos producidos en los distintos elementos por las sollicitaciones de servicio o de trabajo se calculan por medio de un análisis elástico. Se determinan después los esfuerzos en las distintas secciones debido a los elementos mecánicos, por métodos también basados en hipótesis elásticas. Los

esfuerzos de trabajo así calculados, deben mantenerse por debajo de ciertos esfuerzos permisibles que se consideran aceptables, el método es razonable en estructuras de materiales con un comportamiento esencialmente elástico.

2. Método de la resistencia o método de factores de carga y de reducción de resistencia o teoría plástica

Los elementos mecánicos se determinan por medio de un análisis elástico-lineal. Las secciones se dimensionan de tal manera que su resistencia a las diversas acciones de trabajo a las que puedan estar sujetas sean igual a dichas acciones multiplicadas por factores de carga, de acuerdo con el grado de seguridad deseado o especificado. La resistencia de la sección se determina prácticamente en la falla o en su plastificación completa.

3. Métodos basados en el análisis al límite

En este criterio se determinan los elementos mecánicos correspondientes a la resistencia de colapso de la estructura. (Formación de suficientes articulaciones plásticas para llegar a la falla total de la estructura).

Se hace un análisis estructural plástico.

4. Métodos probabilísticos

Las solicitaciones que actúan sobre las estructuras, así como las resistencias de estas son cantidades en realidad de naturaleza aleatoria, que no pueden calcularse por métodos determinativos como se supone en los criterios de diseño anteriores. Esto nos conduce a pensar en métodos basados en la teoría de las probabilidades.

Las principales limitaciones que se tienen en la actualidad son que no se tiene suficiente información sobre las variaciones tanto de las solicitaciones que deben de considerarse como la resistencia de los materiales y de las estructuras construidas con ellos.

d. Acciones y sus efectos sobre los sistemas estructurales

Clasificación:

Atendiendo los conceptos de seguridad estructural y de los criterios de diseño, la clasificación más racional de las acciones se hace en base a la variación de su intensidad con el tiempo. Se distinguen así los siguientes tipos de acciones:

Acciones permanentes.

Son las que actúan en forma continua sobre la estructura y cuya intensidad puede considerarse que no varía con el tiempo. Pertenecen a este grupo las siguientes.

- 1.- Cargas muertas debidas al propio peso de la estructura y al de los elementos no estructurales de la construcción
- 2.- Empujes estáticos de líquidos y tierras
- 3.- Deformaciones y desplazamientos debido al esfuerzo de efecto del pre-esfuerzo y a movimientos diferenciales permanentes en los apoyos

Acciones variables.

Son aquellas que inciden sobre la estructura con una intensidad variable con el tiempo, pero que alcanzan valores importantes durante lapsos grandes

Se pueden considerar las siguientes:

- 1.- Cargas vivas, o sea aquellas que se deben al funcionamiento propio de la construcción y que no tienen carácter permanente
- 2.- Cambios de temperaturas
- 3.- Cambios volumétricos

Tipos de estados limite

Estado límite de falla

Son los que se relacionan con la seguridad y corresponden a situaciones en que la estructura sufre una falla total o parcial o que presenta daños que afectan su capacidad para resistir nuevas acciones.

Resistencia de Materiales

La resistencia de materiales clásica es una disciplina de la ingeniería mecánica y la ingeniería estructural que estudia los sólidos deformables mediante modelos simplificados. La resistencia de un elemento se define como su capacidad para resistir esfuerzos y fuerzas aplicadas sin romperse, adquirir deformaciones permanentes o deteriorarse de algún modo.

Un modelo de resistencia de materiales establece una relación entre las fuerzas aplicadas, también llamadas cargas o acciones, y los esfuerzos y desplazamientos inducidos por ellas. Típicamente las simplificaciones geométricas y las restricciones impuestas sobre el modo de aplicación de las cargas hacen que el campo de deformaciones y tensiones sean sencillos de calcular.

Para el diseño mecánico de elementos con geometrías complicadas la resistencia de materiales suele ser insuficiente y es necesario usar técnicas basadas en la teoría de la elasticidad o la mecánica de sólidos deformables más generales. Esos problemas planteados en términos de tensiones y deformaciones pueden entonces ser resueltos de forma muy aproximada con métodos numéricos como el análisis por elementos finitos.

Método de análisis por elementos finitos

El método de cálculo aplicado se resume a continuación:

Se crea un modelo tridimensional de la unión, que, dada la precisión geométrica que requiere, en general alcanza un muy elevado número de nudos y elementos. Es por ello y, en orden a obtener una solución suficientemente precisa en un

tiempo de cálculo razonable, por lo que se usa un mallado menos fino en las zonas de menor concentración de tensiones.

La Administración de Empresas, o Ciencia Administrativa es una ciencia social que estudia la organización de las empresas y la manera como se gestionan los recursos, procesos y resultados de sus actividades.

Son ciencias administrativas o ciencias económicas y financieras, la contabilidad, las finanzas corporativas y la mercadotecnia, la administración, la dirección estratégica etc. En pocas palabras se puede decir que administrar es planear, organizar, dirigir y controlar todos los recursos de un ente económico para alcanzar unos fines claramente determinados. Para poder ejercer sus funciones se apoya en otras ciencias como Economía, Derecho, Ciencia Política, Psicología, Matemáticas, Estadística y Sociología.

Desarrollo empresarial mediante Gestión de la Innovación⁷

Según Escorza (1997) la innovación es “el proceso en el cual a partir de una idea, invención o reconocimiento de una necesidad se desarrolla un producto, técnica o servicio útil hasta que sea comercialmente aceptado” (Escorza, 1997). De acuerdo a este concepto, innovar no es más que el proceso de desarrollar algo nuevo o que no se conoce a partir del estudio metódico de una necesidad, ya sea personal, grupal u organizacional, para lograr una meta económica. Esto quiere decir, que la innovación genera ideas que pueden venderse en un mercado específico.

Para innovar es necesario un amplio conocimiento de una necesidad, no todas las ideas innovadoras tienen éxito, por tanto, es necesario jugar con todas las

⁷ Escorza Castells, P. (1997) "Tecnología e innovación en la empresa. Dirección y gestión". España: Editorial UPC
GETEC "Gestión de la Innovación".
www.getec.etsit.upm.es/docencia/ginnovacion/gestion/gestion.htm

herramientas necesarias para que la innovación no solo sorprenda sino que también funcione.

Clasificación estructural de la innovación

Tipos de Innovación

De acuerdo a GETEC (2005, "Gestión de la innovación", 4), podemos hablar de tres grandes tipos de innovación, si bien la primera de ellas es la de mayor peso debido a los efectos económicos que produce:

- Innovación tecnológica
- Innovación social
- Innovación en métodos de gestión

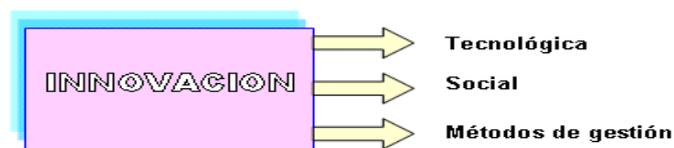


Figura 2.5. Tipos de innovación

Fuente: Escorsa Castells, P. (1997) "Tecnología e innovación en la empresa. Dirección y gestión". España: Editorial UPC

Todos estos tipos de innovación están vinculados con los niveles de competitividad.

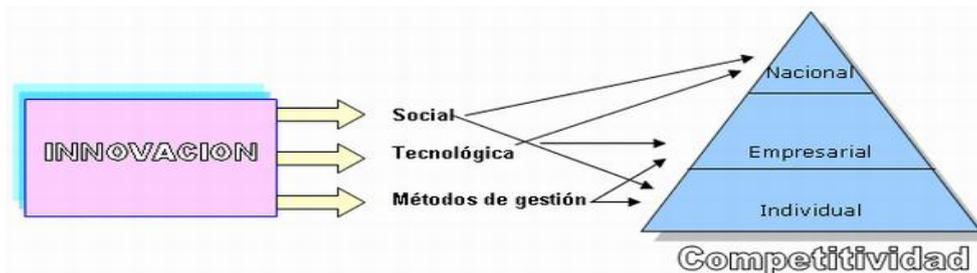


Figura 2.6. Niveles de competitividad

Fuente: Escorza Castells, P. (1997) "Tecnología e innovación en la empresa. Dirección y gestión". España: Editorial UPC

Ingeniería Económica

Se preocupa de los aspectos económicos de la ingeniería; implica la evaluación sistemática de los costos y beneficios de los proyectos técnicos propuestos. Los principios y metodología de la ingeniería económica son parte integral de la administración y operación diaria de compañías y corporaciones del sector privado, servicios públicos regulados, unidades o agencias gubernamentales, y organizaciones no lucrativas. Estos principios se utilizan para analizar usos alternativos de recursos financieros, particularmente en relación con las cualidades físicas y la operación de una organización.

2.5 HIPÓTESIS

El diseño y análisis cuasi estático de la estructura del bus urbano entrada baja de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1323, incrementará la competitividad de la empresa PICOSA.

2.6 VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

Variable dependiente: Competitividad de la empresa PICOSA

Variable independiente: Diseño y análisis cuasi estático de la estructura del bus urbano entrada baja de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1323.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

En este proyecto de investigación predomina lo cuantitativo de lo cualitativo, ya que en las variables dependiente como independiente se definen mediante cantidades de porcentajes, deformaciones, en medida de su desempeño.

3.2. MODALIDAD Y TIPO DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

Investigación de campo

La investigación de campo se presenta mediante la manipulación de una variable externa no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o porque causas se produce una situación o acontecimiento particular.

Es el proceso que, utilizando el método científico, permite obtener nuevos conocimientos en el campo de la realidad social. (Investigación pura), o bien estudiar una situación para diagnosticar necesidades y problemas a efectos de aplicar los conocimientos con fines prácticos (investigación aplicada).

Este tipo de investigación es también conocida como investigación in situ ya que se realiza en el propio sitio donde se encuentra el objeto de estudio. Ello permite el conocimiento más a fondo del investigador, puede manejar los datos con más seguridad y podrá soportarse en diseños exploratorios, descriptivos y experimentales, creando una situación de control en la cual manipula sobre una o más variables dependientes (efectos).

3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Descriptivo

Mediante esta investigación permite profundizar los aspectos teóricos e investigativos y a complementar los análisis y procesos a existir dentro de los parámetros expuestos en el tema.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 POBLACIÓN O UNIVERSO DE ESTUDIO

Dentro de la industria Carrocera nacional las principales empresas certificadas con la Empresa Metropolitana de Obras Publicas Quito (EMMOP-Q) del año 2009 son las expuestas en el Anexo 1.

La población en la ciudad de Ambato es de 22 empresas carroceras, de las cuales son 12 que constan en el clúster de carrocerías del centro del país del Anexo 2

3.4.2. TAMAÑO DE POBLACIÓN.

Dado el número de población es necesario realizar la encuesta hacia las 12 empresas que constan en el listado de empresas calificadas en la EMMOP-Q del 2009 y el clúster actualizado son las siguientes:

Nombre de empresa	Teléfono	Persona encuestada
Carrocera		
Carrocerías Altamirano	2442243	Mentor Núñez
Carrocerías Alme	2440201	Alberto Medina
Carrocerías Cepeda	2846451	Ing. Fonseca María
Carrocerías Cuenca	2842906	Carlos Cuenca
Carrocerías Fiallos	2520717	Gustavo Fiallos
Carrocerías Imce	2445347	Ing. Rocío Jara
Carrocerías Jácome	2451093	Soledad Cáceres

Carrocerías Patricio	2415595	Ing. Álvaro Mesa
Carrocerías Metal Luxe	2854428	José Mejía
Carrocerías Picoso	2844923	Ing. Cristian Castro
Carrocerías Miral	2854571	Ing. Cristian Pérez
Carrocerías Varma	2854422	Ing. Fernando Jiménez

Tabla 3.1. Tabla de carroceros encuestados.

Fuente: Cluster de Empresas Carroceras Mayo del 2011

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.5.1 Variable Independiente: El diseño y análisis cuasi estático de la estructura del bus urbano entrada baja de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1323.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Índice	Técnicas e instrumentos
El diseño y análisis cuasi estático permite ver las posibles fallas de la estructura para la determinación de materiales y a través del análisis por elementos finitos permite una mejor apreciación de los factores de carga y fuerzas con relación a los puntos críticos.	Análisis cuasi-estático	Deformaciones	Menor a 1/240 veces la longitud	Bibliográfica Software
	Factores de carga	Esfuerzos permisibles	De acuerdo a la norma ASD	Bibliográfica Software

3.5.2 Variable Dependiente: Competitividad de la empresa PICOSA.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Índice	Técnicas e instrumentos
La competitividad es la lucha de las industrias carroceras que buscan el liderazgo en las ventas de carrocerías con el fin de brindar mejores costos hacia el cliente y mayor seguridad a los pasajeros	Competitividad	Encuestas realizadas al sector carrocerero local	Mayor al 60% es factible	Encuestas
	Seguridad	Cálculo de Centro de gravedad	Menor a 1.29 m de altura	Software Bibliográfica

Autor: Daniel Hidalgo

3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

La recolección de información se realizó mediante encuestas y bibliográficamente de acuerdo con los datos establecidos en normas, libros y manuales obteniendo los resultados a ser analizados.

3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

De acuerdo a los datos observados serán clasificadas de acuerdo a su propósito específico.

Se analizará la encuesta realizada hacia las empresas relacionadas con el tema propuesto.

3.7.1 METODO DE PRESELECCIÓN.

El método utilizado para la preselección es el de matriz de priorización, en el que se emplearán criterios y ponderaciones de acuerdo a los valores cuantitativos de las preguntas.

Ponderación de criterio de resultados

Si	5
No	1
Ninguna	0

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS⁸

La encuesta ha sido dirigida a las principales empresas dedicadas a la fabricación de carrocerías para buses en el sector de Ambato, calificadas por la EMMOP-Q.

Pregunta 1.- ¿Su empresa consta con Departamento Técnico?

Si	6
No	6
Ninguna	0

Pregunta 2.- ¿Su empresa está certificada para construir buses urbanos por la agencia nacional de tránsito?

Si	0
No	12
Ninguna	0

Pregunta 3.- ¿Su empresa ha construido buses urbanos entrada baja?

Si	2
No	10

⁸ Autor: Daniel Hidalgo

Ninguna	0
---------	---

Pregunta 4.- ¿Cree Usted que su empresa está en capacidad de carrozar buses urbanos entrada baja?

Si	12
No	0
Ninguna	0

Pregunta 5.- ¿Cree usted que al construir buses entrada baja, incrementará la producción y por ende la competitividad de la empresa?

Si	12
No	0
Ninguna	0

Pregunta 6.- ¿Cuándo diseña un nuevo modelo de bus, usted verifica mediante análisis por elementos finitos?

Si	12
No	0
Ninguna	0

4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS⁹

De las preguntas dadas en la encuesta se obtuvo los siguientes resultados.

Mediante la matriz de ponderación los valores de mayor importancia.

⁹ Autor: Daniel Hidalgo

	5	3	PORCENTAJES		criterio de selección	Ponderación I	Ponderación II
Pregunta	SI	NO				SI	NO
1. ¿Su empresa consta con Departamento Técnico?	6	6	0,13636	0,21429	0,05	0,03409091	0,214285714
2. ¿Su empresa está certificada para construir buses urbanos por la agencia nacional de tránsito?	0	12	0	0,42857	0,3	0	0,428571429
3. ¿Su empresa ha construido buses urbanos entrada baja?	2	10	0,04545	0,35714	0,2	0,04545455	0,357142857
4. ¿Cree Usted que su empresa está en capacidad de carrozar buses urbanos entrada baja?	12	0	0,27273	0	0,15	0,20454545	0
5. ¿Cree usted que al construir buses entrada baja incrementará la producción y por ende la competitividad de la empresa?	12	0	0,27273	0	0,175	0,23863636	0
6. ¿Cree usted que cuando se diseña un nuevo modelo de bus, se debe verificar mediante análisis por elementos finitos?	12	0	0,27273	0	0,125	0,17045455	0
	44	28	1	1	1	1	1

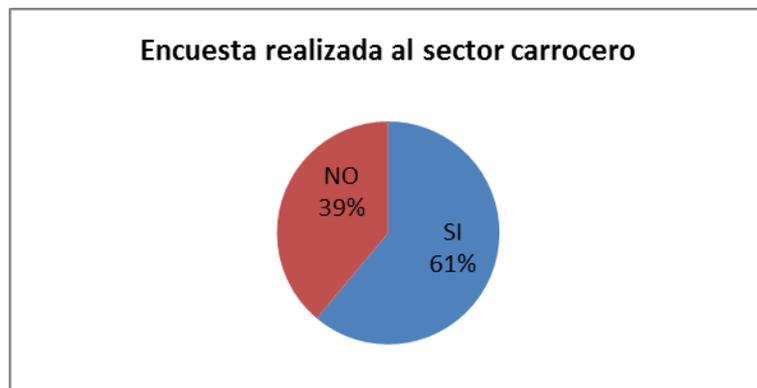


Tabla 4.1. Matriz de Ponderación

Autor: Daniel Hidalgo

Mediante la matriz de ponderación de criterios vemos la tendencia con el mayor porcentaje en las preguntas de mayor importancia con relación a la variable, dependiente tanto del sí y del no.

Como podemos notar en la encuesta la tendencia es hacia el si con el 61% lo que quiere decir que la encuesta está bien realizada.

La pregunta dos de la encuesta, ¿Su empresa está certificada para construir buses urbanos por la agencia nacional de tránsito?

Debido a que ninguna empresa está certificada, está latente la posibilidad de ser una de las primeras acreditadas y por ende el incremento de competitividad en el ámbito nacional.

La pregunta tres de la encuesta, ¿Su empresa ha construido buses urbanos entrada baja?

Dado a que solo dos empresas han construido este tipo de buses da lugar a ser una de las primeras empresas en realizar la certificación para la construcción de los buses urbanos entrada baja con relación al resto de carroceras, lo que permitiría el incremento competitivo de manera tecnológica con relación al proceso de producción.

La pregunta cinco de la encuesta, ¿Cree usted que al construir buses entrada baja incrementará la producción y por ende la competitividad de la empresa?

La mayoría de las empresas consultadas están de acuerdo en que la construcción de los buses urbanos entrada baja si incrementaría la productividad y por tanto la competitividad, con empresas tanto nacionales como internacionales.

La pregunta uno de la encuesta, ¿Su empresa consta con Departamento Técnico?

De acuerdo con los resultados de la encuesta vemos la tendencia de las empresas carroceras en contar con personal capacitado, la competitividad personal e individual de cada empresa está latente hacia la mejora individual.

La pregunta cuatro de la encuesta, ¿Cree Usted que su empresa está en capacidad de carrozar buses urbanos entrada baja?

Con los resultados obtenidos nos podemos dar cuenta que todas las empresas tienen la capacidad de carrozar buses urbanos entrada baja, mas no constan con la certificación debida para su construcción.

La pregunta seis de la encuesta, ¿Cree usted que cuando se diseña un nuevo modelo de bus, se debe verificar mediante análisis por elementos finitos?

Todas las empresas están de acuerdo con realizar análisis estructural a los nuevos modelos de buses con el propósito de tener un mayor grado de confiabilidad en el proceso de construcción, y mejorar su competitividad tecnológica, obteniendo algún software de análisis estructural.

4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

El diseño y análisis cuasi estático realizado para la estructura de bus urbano entrada baja permite a la empresa PICOSA Ltda. Brindar un producto con mayor grado de seguridad en lo referente a estabilidad lateral, ya que el centro de gravedad de este tipo de carrocería es bajo, como se demuestra en los cálculos, ver pág. 69, lo cual permite tener maniobrabilidad al conductor y dar seguridad al pasajero, por lo que la mayoría de las empresas encuestadas está de acuerdo en el incremento de competitividad con relación a producir este tipo de buses entrada baja con relación a

otras empresas, ya que, hasta el momento solo dos empresas han construido este tipo de bus, pero no tienen la certificación debida, para su construcción.

4.3.1. VARIABLE DEPENDIENTE: COMPETITIVIDAD DE LA EMPRESA PICOSA.

Como se demuestra en la encuesta, el realizar este tipo de buses entrada baja, Si incrementará la competitividad de la empresa Picosá, ya que hasta la actualidad no se han construido este tipo de unidad en empresas calificadas de acuerdo a la Agencia Nacional de Tránsito, y las competencias directas con carrocerías Picosá opinan que si ellas construyeran este tipo de unidades su productividad y por ende su competitividad incrementaría.

Basándose en el cálculo de centro de gravedad, se puede concluir que la estabilidad lateral obtenida es óptima para brindar el servicio de transporte, ya que al ser más baja que el resto de unidades de transporte con chasis a altura media da mayor seguridad tanto al conductor como a los pasajeros. Lo que hace factible la construcción de este tipo de buses entrada baja.

4.3.2. VARIABLE INDEPENDIENTE: DISEÑO Y ANÁLISIS CUASI ESTÁTICO DE LA ESTRUCTURA DEL BUS URBANO ENTRADA BAJA DE ACUERDO A LA NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN 1323.

El diseño y análisis cuasi estático de las carrocerías está basado de acuerdo a normas nacionales e internacionales las cuales regulan el tipo de cargas y dimensionamientos de la carrocería con el fin de obtener una estructura liviana y brindando seguridad a los pasajeros con estabilidad lateral óptima ante vuelco, como se demuestra en el cálculo de centro de gravedad en el capítulo VI.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Debido a la complejidad de la estructura y su diseño es necesario realizar el análisis por elementos finitos mediante un software de análisis estructural.
- Al analizar la estructura vemos que la combinación de cargas de diseño más críticas son las de giro, viva y muerta (M+V+G), ya que en esta se presenta la mayor deformación en cuanto a cargas sobre los elementos estructurales, siendo estas las que más afectan a la estructura.
- Para obtener un análisis más proyectado hacia la realidad fue necesaria la creación del bastidor para la simulación del modelo.
- Los elementos estructurales del modelo resisten sin mayor problema las cargas de diseño y sus combinaciones impuestas basados en la simulación del software bajo norma ASD2001.
- El diseño estructural es factible de construir considerando los factores de cargas y diseño impuestos en las diferentes normas nacionales e internacionales.
- Los materiales para la construcción de la estructura son determinados de acuerdo a los factores de esfuerzos permisibles de diseño. Siendo estos perfiles estructurales ASTM A36, los más adecuados para este tipo de estructuras.

- Mediante software de análisis estructural permite el desarrollo tecnológico empresarial en el diseño de las estructuras bajo factores de cargas de trabajo a las cuales son sometidas las carrocerías, brindando mayor seguridad en caso de accidentes de baja índole, lamentablemente no existen institutos ni normas nacionales para realizar ensayos de resistencia a vuelco y choque.
- Con la modelación de la estructura en un programa de elementos finitos nos damos cuenta de los puntos críticos, donde tiende a fallar el material bajo esfuerzos de carga y la combinación de los mismos, lo cual nos permite antes de la construcción, conocer la sección más óptima a utilizarse en estas partes y evitar daños a la estructura en su posterioridad, cumpliendo con la norma ASD 2001 y la norma, NTE INEN 1323.
- La tendencia del análisis estructural hacia los autobuses, da lugar a mayor exactitud en selección de los materiales de tipo estructural y el diseño de forma de la estructura con el fin de aumentar su rendimiento con relación a las cargas sometidas por la estructura, permitiendo la disminución de su peso.
- El diseño y análisis estructural permite determinar la mejora de estabilidad del diseño de la estructura ya que el centro de gravedad de este tipo de estructura es óptimo, ya que es bajo, lo cual permite decir que es una estructura estable.
- En base a los resultados de la encuesta nos podemos dar cuenta que todas las empresas tienen la capacidad de carrozar buses urbanos entrada baja, mas no constan con la certificación debida para su construcción, lo que deja la posibilidad de ser carrocerías Picoso una de las Pioneras en este campo, con relación al bus urbano entrada baja, ya que carrocerías Picoso consta con la tecnología e infraestructura para construir este tipo de unidades.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para realizar el diseño y análisis estructural es recomendable usar un software que permitan realizar análisis estructural de acuerdo a las necesidades de las empresas carroceras con bajas inversiones para adquirir las licencias.
- Se recomienda utilizar normas vigentes para la construcción de carrocerías y seguir el instructivo de carrozado del autobús para el caso de su construcción y aprobación del diseño estructural.
- Se debería crear institutos que realicen control en la construcción y diseño sobre el comportamiento de las carrocerías de los buses y realizar ensayos sometidos a cargas de vuelco y choque, ya que en los accidentes de tránsito se pierden la mayor cantidad de vidas en el país.
- Los materiales deben ser de acero estructural de acuerdo a lo establecido en normas de construcción de carrocerías ya sean negros, galvanizados o inoxidable para mayor resistencia a corrosión.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1. DATOS INFORMATIVOS

La lógica del diseño y construcción, no solo de carrocerías de buses, obliga a trabajar bajo normas. Para el caso de carrocerías, el Ecuador hizo una actualización de las normas ecuatorianas, haciendo referencia a estándares y recomendaciones internacionales. La norma técnica ecuatoriana NTE 1323 consta con los argumentos de seguridad que deberán ser cumplidos, para la realización del análisis cuasi-estático de la estructura, con la utilización de software de diseño por elementos finitos con el fin de optimizar los materiales y costos del proyecto.

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

6.2.1. PARÁMETROS DE DISEÑO

6.2.1.1. MATERIAL A UTILIZAR

El material utilizado para esta estructura debido a su uso y existencia en el mercado es el acero A36 que presenta las propiedades siguientes:

ACERO ASTM A36².

Es el material estructural más usado para la construcción de estructuras en el mundo. Es fundamentalmente una aleación de hierro (mínimo 98%), con contenidos de carbono menores del 1% y otras pequeñas cantidades de minerales como manganeso, para mejorar su resistencia, y fósforo, azufre, sílice y vanadio para mejorar su soldabilidad y resistencia a la intemperie. Es un material usado para la construcción de estructuras de gran resistencia, producido a partir de

materiales muy abundantes en la naturaleza. Entre sus ventajas está la gran resistencia a tensión y compresión y el costo razonable.

El acero laminado en caliente, fabricado con fines estructurales, se denomina como acero estructural al carbono, con límite de fluencia de 36000 psi.

De acuerdo a las encuestas analizadas en este Capítulo, el acero ASTM A36 es el más usado en la industria carrocería ecuatoriana con pleno conocimiento de sus características técnicas, composición química y propiedades que lo hace el material estructural más común en la fabricación de buses. Por su gran disponibilidad en el mercado.

Ventajas y desventajas del acero ASTM A36 como material estructural.

Ventajas.

- Alta resistencia.- La alta resistencia del acero por unidad de peso implica que será poco el peso de las estructuras, esto es de gran importancia en puentes de grandes claros.
- Uniformidad.- Las propiedades del acero no cambian apreciablemente con el tiempo como es el caso de las estructuras de concreto reforzado.
- Durabilidad.- Si el mantenimiento de las estructuras de acero es adecuado duraran indefinidamente.
- Ductilidad.- La ductilidad es la propiedad que tiene un material de soportar grandes deformaciones sin fallar bajo altos esfuerzos de tensión. La naturaleza dúctil de los aceros estructurales comunes les permite fluir localmente, evitando así fallas prematuras.
- Tenacidad. - Los aceros estructurales son tenaces, es decir, poseen resistencia y ductilidad. La propiedad de un material para absorber energía en grandes cantidades se denomina tenacidad.
- Gran facilidad para unir diversos miembros por medio de varios tipos de conectores como son la soldadura, los tornillos y los remaches.

- Posibilidad de prefabricar los miembros de una estructura.
- Rapidez de montaje.
- Gran capacidad de laminarse y en gran cantidad de tamaños y formas.
- Resistencia a la fatiga.
- Posible reciclaje después de desmontar una estructura.

Desventajas.

- Costo de mantenimiento. - La mayor parte de los aceros son susceptibles a la corrosión al estar expuestos al agua y al aire y, por consiguiente, deben pintarse periódicamente.
- Costo de la protección contra el fuego.- Aunque algunos miembros estructurales son incombustibles, sus resistencias se reducen considerablemente durante los incendios.
- Susceptibilidad al pandeo. - Entre más largos y esbeltos sean los miembros a compresión, mayor es el peligro de pandeo, el acero tiene una alta resistencia por unidad de peso, pero al utilizarse como columnas no resulta muy económico ya que debe usarse bastante material, sólo para hacer más rígidas las columnas contra el posible pandeo.
- Este acero, cuando queda expuesto a los elementos ambientales, se oxida y se forma óxido de hierro polvoriento en su superficie. Si no se combate, la oxidación sigue adelante hasta que el acero esté completamente corroído.

Aplicaciones.

Construcción de estructuras metálicas remachadas, atornilladas o soldadas por ejemplo: puentes, torres de energía, torres para comunicación y edificaciones. En el Ecuador es el acero más empleado en la construcción de carrocerías para buses.

6.2.2. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA.

La estructura está diseñada para soportar las combinaciones de carga de acuerdo con la **ASD** (Allowable Strength Desing) o diseño de esfuerzo permisible, bajo los parámetros de la NTE INEN 2205, NTE INEN 1323. Estas normas establecen los requisitos generales para el análisis estructural, dimensionamiento de la estructura.

6.2.3. CARGAS DE DISEÑO.

En base a la NTE INEN 1323 se tiene las cargas a las que se somete la estructura y su respectiva combinación.

Carga Muerta (M). Corresponde al peso total de la carrocería en condiciones operativas. Gráfica 6.1

Carga Viva (V). Corresponde al peso total de los pasajeros en condiciones operativas. Gráfica 6.2

Carga de Giro (G). Corresponde a la fuerza centrífuga ejercida sobre a carrocería en condiciones operativas. Gráfica 6.3

Carga de Viento (V_i). Corresponde a la fuerza de oposición del aire hacia la dirección en que va de la carrocería en condiciones operativas. Gráfica 6.4

Carga de aceleración brusca (A_b). Corresponde a la fuerza producida por la aceleración brusca del vehículo. Gráfica 6.5

Carga de frenado (F). Corresponde a la fuerza producida por el frenado del vehículo. Gráfica 6.6

Combinaciones de Carga Básicas. Las estructuras de las carrocerías deben ser diseñadas de tal manera que resistan los esfuerzos determinados en base a las combinaciones de carga básicas de la ASD (Allowable Strength Desing).

- 1: M
- 2: M + V
- 3: M + V + G
- 4: M + V + F
- 5: M + V + F + R_{af}
- 6: M + V + R_{af}
- 7: M + V + Ab
- 8: M + V + Ab + R_{af}

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1323.

6.3. JUSTIFICACIÓN

Dar a la empresa Picoso Ltda., un nuevo modelo de bus urbano, bajo normas, que mejore la producción de carrocerías metálicas con una estabilidad lateral óptima en relación a otras carrocerías para dar mayor seguridad e incrementar su competitividad productiva.

6.4. OBJETIVOS

- Diseñar una estructura.
- Seleccionar los materiales adecuados y existentes para realizar el diseño.
- Analizar cuasi estáticamente el modelo de la estructura bajo la NTE 1323.
- Verificar el cumplimiento de normas de diseño de carrocerías.
- Encontrar los puntos críticos, verificarlos y corregir los materiales de ser necesario.

6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

En esta investigación se considera la inversión para realizar la construcción de la estructura ya que esta es una suma considerable de dinero y es importante para la rentabilidad y sostenibilidad de desarrollo para la empresa, con rentabilidad económica a futuro.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

Costos de materiales

Dado a datos obtenidos en carrocerías Picoso de los materiales utilizados en las carrocerías realizadas de tipo urbano se considera los materiales de la tabla 6.1:

COEF SEG COSTO 1.01					
IVA 1.12			COSTO TOTAL \$ 2,228.23		
LISTA DE MATERIALES ESTRUCTURA BUS URBANO					
CANTIDAD TOTAL NECESARIA	MATERIAL	UNIDAD	COSTO UNITARIO PROVEEDOR	COSTO UNITARIO + IVA+ COEF SEG	COSTO TOTAL \$
2.00	TOL NEGRO Es 2 mm	PLANCHA	45	50.90	101.81
2.00	TUBO NEGRO 100X50X3	TUBO	35.65	40.33	80.65
16.50	TUBO NEGRO 70X50X3	TUBO	32.76	37.06	611.46
3.10	TUBO NEGRO 70X50X2	TUBO	29.3	33.14	102.75
1.00	TUBO NEGRO 40X40X2	TUBO	15.65	17.70	17.70
0.00	TUBO NEGRO 40X40X3	TUBO	22.55	25.51	0.00
1.00	TUBO NEGRO 50X25X2	TUBO	14.78	16.72	16.72
43.50	TUBO NEGRO 50X50X2	TUBO	20.49	23.18	1008.26
0.00	TUBO NEGRO 50X50X3	TUBO	29.54	33.42	0.00
0.00	TUBO NEGRO 80X40X2	TUBO	26.68	30.18	0.00
1.50	U 25x50x25 Esp 2 mm	PERFIL	8.25	9.33	14.00
8.50	Z 50X50X50 Esp 2mm	PERFIL	18	20.36	173.07
2.00	TOL NEGRO Esp 2 mm G 200X40	PLANCHA	45	50.90	101.81

Tabla 6.1 Lista de materiales estructura bus urbano

Fuente: Carrocerías Picoso

Autor: Daniel Hidalgo

Costos de materiales de carrocerías

Los costos de materiales de carrocería son de \$17929.61, ver Anexo 3 estos materiales son eléctricos, pintura, fibras, productos, etc. Datos empresa Picoso Ltda.

Costos de mano de obra

El costo de mano de obra obtenido es de 8 personas encargadas de realizar la carrocería en un plazo de 2 meses desde la llegada del chasis a planta de producción con salario mínimo vital de \$ 265 en total son \$ 2120

Costos indirectos

Debido a costos empresariales de maquinaria, luz, agua, teléfono, local y extras se asume el 5% del costo total.

La utilidad de la empresa se toma como el 35% del costo de total

COSTO DE CARROCERIA					
ESTRUCTURA	MANO DE OBRA	CARROCERIA	INDIRECTOS	UTILIDAD 35%	TOTAL
2228.33	2120	17929.61	1113.897	8187.14295	31578.98

Tabla 6.2 Costo de carrocería

Fuente: Carrocerías Picoso

Autor: Daniel Hidalgo

Los costos finales son sin IVA, no se toma en cuenta el valor del chasis debido a que los clientes adquieren este de manera personal.

6.6.1 ANÁLISIS DE INVERSIÓN

El costo de inversión indirecta en software de análisis estructural es de \$4,000 del programa y la licencia del SAP 2000 de acuerdo al Sr. Jorge Raad, representante del Computer and Structure, CSI CARIBE, en Ecuador teléfono. 099773023.

Se asume que solo se recupera la inversión para este tipo de bus

Tasa Mínima Aceptable de Retorno (TMAR)

TMAR o TDC = índice inflacionario + premio al riesgo

El índice inflacionario que se considera en la evaluación, debe reflejar el valor promedio para el período de planeamiento.

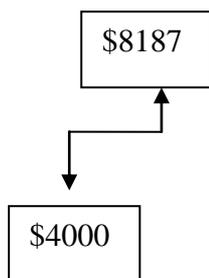
Febrero 28 de 2011 el índice de inflación fue del 3.39%

Premio al riesgo en el país. Se refiere a un incremento en los tipos de interés que tendrían que ser pagados para los préstamos y los proyectos de inversión en un país particular comparado a un cierto estándar.

Premio al riesgo en Ecuador = 6.5%

TMAR (tasa mínima aceptable de retorno). $\approx 10\%$

Asumiendo en el peor de los casos con producción de una carrocería mensual se obtendría los siguientes valores



$I = \$4000$

TMAR = 10%

VAN (Valor actual neto)

Flujo de efectivo $FE_1 = \$8187$

$$VAN = -I + \frac{FE_1}{(1+TMAR)^1}$$

$$VAN = -4000 + \frac{8187}{(1+0.1)^1} = 4105.94$$

TIR (Tasa de Interés de Retorno)

$$0 = -4000 + \frac{8187}{(1+TIR)^1}$$

TIR= 100%

TIR ≥ TMAR, Por tanto es aceptable la inversión en este proyecto.

6.7 METODOLOGÍA

6.7.1. CÁLCULO DE CARGAS DE DISEÑO

ELEMENTOS DE ENTRADA.

DIMENSIONES GENERALES DE LA CARROCERÍA.

ELEMENTO	mm
Distancia entre ejes	5550
Longitud Total	10840
Altura Total	2880
Distancia entre asientos	680
Pasillo	650

Tabla 6.3 Dimensiones Generales de la carrocería.

Fuente. En base a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2205

Autor: Daniel Hidalgo

ESPECIFICACIONES DE LA CONSTRUCCION DE LA CARROCERÍA

Especificaciones de la Carrocería para bus urbano Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2205. Para efectos del análisis estructural se indica en la tabla 6.4 los elementos utilizados para la elaboración de la estructura:

DENOMINACIÓN	NORMA	PROPIEDAD MECÁNICA	APLICACIÓN
Tubo negro o galvanizado 100 x 50 x 4	JIS G3132 SPHT-1 ASTM A 569 ASTM A-36	$F_y = 2.531.05 \text{ Kg/cm}^2$	Frontal, largueros, puertas, techo
Tubo negro o galvanizado 50x50x3	JIS G3132 SPHT-1 ASTM A 569 ASTM A-36	$F_y = 2.531.05 \text{ Kg/cm}^2$	Laterales, Parantes, piso, celosía
Tubo negro o galvanizado 50x50x2	JIS G3132 SPHT-1 ASTM A 569 ASTM A-36	$F_y = 2.531.05 \text{ Kg/cm}^2$	Laterales, frente, posterior, techo, piso
Tubo negro o galvanizado 70x50x2	JIS G3132 SPHT-1 ASTM A 569 ASTM A-36	$F_y = 2.531.05 \text{ Kg/cm}^2$	Plataforma y Parantes
Tubo negro o galvanizado 70x50x3	JIS G3132 SPHT-1 ASTM A 569 ASTM A-36	$F_y = 2.531.05 \text{ Kg/cm}^2$	Plataforma, Parantes
Correa Z conformada en planta a partir de plancha	ASTM A 366 Tipo B JIS G 3141 SPCC - SD SAE 1010	$F_y = 2551 \text{ Kg/cm}^2$	Larguero de techo
Riel de asiento creado en planta G 200x40x2	ASTM A 366 Tipo B JIS G 3141 SPCC - SD SAE 1010	$F_y = 2551 \text{ Kg/cm}^2$	Riel de asientos
Canal U 80x40x2 y U 50x25x2	ASTM A 366 Tipo B JIS G 3141 SPCC -	$F_y = 2551 \text{ Kg/cm}^2$	Piso, laterales

	SD SAE 1010		
Plancha negra e = 2mm	ASTM A 366 Tipo JIS G 3141 SPCC - SD SAE 1010	Fy = 2551 Kg/cm ²	Grada posterior, Faldón
Tubo negro o galvanizado 40x40x2	JIS G3132 SPHT-1 ASTM A 569 ASTM A-36	Fy = 2531.05 Kg/cm ²	Faldón inferior

Tabla 6.4 Materiales Estructurales.

Fuente: Carrocerías Picoso Ltda. Materiales utilizados en planta.

Autor: Daniel Hidalgo

REQUERIMIENTOS PARA LA ELABORACION DE BUS

PESOS, CAPACIDADES DE CARGA

Los pesos y capacidades de carga de la carrocería y chasis una vez finalizada la carrocería son las indicadas en la tabla 6.5 ver especificaciones del chasis Anexo 4

DENOMINACIÓN	UNIDAD	MODELO MB 1518/55
ENTRE EJES	Mm	5550
PESO EN VACÍO		
Eje delantero	Kg	1260
Eje trasero	Kg	4150
Total	Kg	5410
<i>Capacidad de carga + carrocería</i>	<i>Kg</i>	<i>9590</i>
<i>Peso bruto total (p.b.t.)</i>	<i>Kg</i>	<i>15000</i>
<i>Peso máximo permitido eje delantero</i>	<i>Kg</i>	<i>5000</i>
<i>Peso máximo permitido eje trasero</i>	<i>Kg</i>	<i>10000</i>

Tabla 6.5.Pesos y Capacidades de carga.

Fuente: Hoja técnica de chasis Mercedes Benz. (Ver Anexo 4)

CONCEPTOS

En el análisis técnico de los vehículos motorizados pesados, se ha utilizado una nomenclatura que tiene los significados que se indican a continuación y que se estime necesario precisar para la adecuada comprensión de los hechos:

P.B.V.: Peso Bruto Total del vehículo indicado por el fabricante, en Kg

P.O.M.: Peso en orden de marcha, incluye la tara del vehículo, carga de combustible y herramientas normales, incrementado 70 Kg para el peso del conductor, expresado en Kg.

Pc. Peso del conductor, igual a 70 Kg. Según NTE INEN 1323. “Normativa para la Construcción de carrocerías para Autobuses”.

q. Peso de un pasajero, igual a 70 Kg. Según NTE INEN 1323. “Normativa para la Construcción de carrocerías para Autobuses”.

P.V.C. Peso de un vehículo, incluye carga de combustible y herramientas normales.

P.V.C.ed Peso en el eje delantero de un vehículo, incluye carga de combustible y herramientas normales.

Ssp. Área necesaria para un pasajero de pie, igual a 0.16 m². Según NTE INEN 1323. “Normativa para la Construcción de carrocerías para Autobuses”.

S₁ Superficie disponibles para los pasajeros de pie, expresada en m².

P N° de asientos de pasajeros.

N Número de pasajeros totales determinados a partir de la capacidad máxima del P.B.V., el valor N se calcula de la siguiente forma;

$$N \leq Ps + \frac{S1}{Ssp}$$

N Número de pasajeros totales determinados a partir del número de asientos diseñados (A) y la superficie disponible de pasillo dividida por el factor s., el valor N se calcula de la siguiente forma;

$$N \leq \frac{MT - MV - (L*V) - (R*VX)}{Q}$$

Np Número total de pasajeros de pie

N Número total de pasajeros, tanto sentados como de pie, que de acuerdo al NTC

Ps	S1	Ssp	MT	MV	L	V	R	VX	Q	N1	N2
36	5.5	0.16	15000	10000	860	8.6	0	0	70	70	-34.23

➤ ESTADOS DE CARGA

Para el cálculo de la estructura del autobús se tomara como análisis cuasi estático, el mismo que está respaldado en base a una serie de ensayos a los diferentes elementos que conforman la carrocería y los dimensionamientos que estos vayan a tener y que soportaremos en base al cálculo asistido por computadora.

El cálculo tensional y deformacional asistido por computadora por el método del estado de cargas extremas, se utiliza como procedimiento de predicción en las etapas de diseño, esto permite simular el comportamiento estructural cuando ocurran grandes cargas que pueden provocar daños severos si la estructura no es capaz de resistirlas. Mediante este método se puede evaluar simuladamente las tensiones en los elementos estructurales que en la realidad tienen dos componentes, una estática y una dinámica. Las tensiones estáticas, son aquellas que surgen producto del peso de sus componentes y de las cargas de ocupación (pasajeros, conductor, tripulante, etc.). Las tensiones dinámicas surgen debido a

las fuerzas de inercia, a regímenes de sollicitación extrema como: superación de irregularidades, superación de grandes pendientes, frenado brusco, etc.

Para el análisis estructural se tiene como condiciones iniciales:

La estructura se elaborará en un sistema tridimensional y sus elementos estructurales con 6 grados de libertad o sea sus nodos rígidos. La estructura se une al bastidor rígidamente con los 6 grados de libertad restringidos. Los materiales son en base a la tabla 6.4 y son los adquiridos del fabricante. Al tratarse de acero se considerará en su forma elástico lineal para las deformaciones que tenga una vez sometido a carga y sus combinaciones a considerarse.

Las cargas se aplicarán como distribuidas y concentradas de acuerdo a su naturaleza, considerándolas constantes en el tiempo.

La variación en la geometría de la estructura bajo la aplicación de cargas se considera despreciable (hipótesis de pequeños desplazamientos). Lo cual se demuestra con el desplazamiento obtenido en el software.

6.7.1.1. DETERMINACIÓN DE CARGAS¹⁰

CÁLCULO DE CARGAS.

Carga viva (V).

La capacidad de un autobús con chasis Mercedes Benz OH -15xx es de 36 pasajeros sentados y 34 parados, entonces para determinar la carga viva se asume el peso de una persona en 70 Kg. De acuerdo a la norma NTE 1323, por lo tanto se tiene:

¹⁰ Norma Técnica Ecuatoriana NTE 1323

Tipo de servicio (ver nota2)	Masa de un ocupante (kg)	Masa mínima de equipaje de mano por pasajero (kg)	Masa mínima de equipaje a transportar en bodegas porta equipajes (kg) (ver nota 3)	Espacio necesario por pasajero de pie (m ²)
Urbano	70	-	-	0.16
Urbano (Escolar e Institucional)	70	-	-	Sin pasajeros de pie
Inter Urbano (Intraprovincial)	70	5	100 * Vol	0.16
Larga Distancia (Interprovincial y turismo)	70	5	100 * Vol	Sin pasajeros de pie

Tabla 6.6.- Cargas vivas de diseño

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN1323

Nota 2.- De acuerdo a la NTE INEN ISO 3833 y al Reglamento de la Ley de Tránsito y Transporte Terrestres vigente.

Nota 3.- Vol.- Volumen de las bodegas portaequipajes en m³ según el numeral 5.3.2.2 del Reglamento Europeo 36.03

Ocupantes: 36 pasajeros sentados = 2520 Kg.

34 pasajeros parados = 2310 Kg.

1 conductor = 75 Kg.

Total = 4835 Kg.

Cada par de asientos tiene 4 apoyos para poder empernar a la estructura, por lo tanto para 18 pares de asientos son 72 apoyos y la carga viva que se va asignar es:

$$V_1 = \frac{2520 \text{ Kg.}}{72} = 35 \text{ Kg.}$$

De forma simplificada, ésta carga se tomará como carga distribuida sobre los elementos que soportan ambos extremos de los asientos, considerando 10 pares de

asientos en la fila del lado izquierdo con un peso de 1400 Kg. y 8 pares de asientos en el lado derecho con un peso de 1120, en una longitud de 26.151 m.

$$V_1 = \frac{2520 \text{ Kg.}}{29.728\text{m}} = 89.478 \frac{\text{Kg.}}{\text{m}}$$

Para los pasajeros parados se considera como una carga distribuida sobre los elementos del piso ubicados entre los asientos, la suma total de las longitudes de estos elementos es: 22.712 m.

$$V_2 = \frac{2310 \text{ Kg.}}{29.728\text{m}}$$

$$V_2 = 80.06 \frac{\text{Kg.}}{\text{m}}$$

El peso del chofer y se puede aplicar puntualmente, entonces:

$$V_3 = 80\text{Kg.}$$

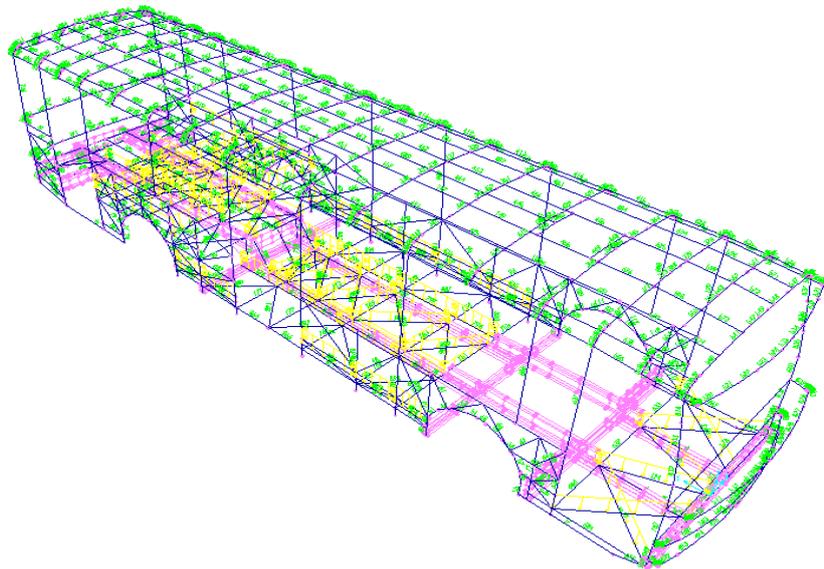


Figura 6.1 Aplicación de carga viva

Fuente: Programa de elementos finitos S1

Carga muerta (M).

CÁLCULO DE CARGAS INDIVIDUALES POR ELEMENTO DE ESTRUCTURA					
CARGA MUERTA					
Cantidad	Denominación	Peso por unidad	Carga (Kg)	Longitud (m)	carga Kg/m
19	Asientos	20	380	29.728	12.78
1	juego vidrios	372.8	372.8	64.5	5.78
2	Claraboyas	5	10	3.16	1.58
1	forros laterales exterior	192.16	192.16	158.26	1.21
1	forros laterales interior	115	115	158.26	0.73
1	Techo	221.27	221.27	158.26294	1.40
8	plancha de aluminio	25	200	60.916	3.28
2	Parabrisas	27	54	5.6	9.64
1	Extras, 3% carrocería	1587.9	47.637	476.549	0.10
1	Soldadura, 5% peso carrocería	1587.9	79.395	476.549	0.17
			1672.262		36.68

Tabla 6.7 Cálculo de carga muerta

Autor: Daniel Hidalgo

ASIENTOS.

Esta carga está en la misma ubicación de la carga viva de los pasajeros sentados, se considera el peso de un par de asientos en 25 Kg. Distribuido a lo largo de 29.728m, por lo tanto:

$$M_1 = \frac{18(25) \text{ Kg.}}{29.728 \text{ m}} = 12.11 \frac{\text{Kg.}}{\text{m}}$$

VENTANAS.

El peso del vidrio en las ventanas es de 372.98 Kg, y va a estar distribuido en una longitud de 64.5 m.

$$M_2 = \frac{372.98 \text{ Kg.}}{64.5 \text{ m}} = 5.78 \frac{\text{Kg.}}{\text{m}}$$

CLARABOYAS.

Se ubican 3 claraboyas en el techo de la carrocería y pesan 5 Kg. cada una, y se distribuye en una longitud de 3.16 m.

$$M_3 = \frac{5 \text{ Kg.}}{3.16\text{m}} = 1.58 \frac{\text{Kg.}}{\text{m}}$$

FORROS EXTERIORES E INTERIORES LATERALES.

Los elementos que soportan el peso de los forros exteriores laterales (192.16 Kg.) y de techo (221.27 Kg) también soportan el peso de los forros interiores (115 Kg.), por lo tanto se considera como una sola carga, la cual se asigna a una longitud de 158,26 m.

$$M_4 = \frac{(192.16 + 115) \text{ Kg.}}{158.26 \text{ m}} = 1,94 \frac{\text{Kg.}}{\text{m}}$$

FORROS EXTERIORES E INTERIORES DEL TECHO.

En el techo se tiene forros interiores de fibra de vidrio con un peso total de 60 Kg., los forros exteriores pesan 221.27 Kg. y se distribuye en 128.368 m.

$$M_5 = \frac{(221,27) \text{ Kg.}}{128.368\text{m}} = 1.72 \frac{\text{Kg.}}{\text{m}}$$

PISO

Para el piso se utilizan planchas de madera marina de 122x244x2 cm. (25 Kg.), el área del piso es 24500 cm² y la longitud en la cual se distribuye el peso es de 60.916 m, por lo tanto:

$$M_6 = \frac{8 * 25 \text{ Kg.}}{60.916 \text{ m}} = 3.28 \frac{\text{Kg.}}{\text{m}}$$

PARABRISAS.

El parabrisas tiene un peso de 27 Kg. y un elemento de 5,6 m lo soporta.

$$M_7 = \frac{54 \text{ Kg.}}{5,6 \text{ m}} = 9,54 \frac{\text{Kg.}}{\text{m}}$$

EXTRAS

En ésta parte se consideran los pesos de los accesorios y el incremento en el peso del acero estructural debido a la soldadura en un 5 %, así como también se toma un incremento del 3 % por cualquier otra eventualidad.

El peso del acero estructural (PAE) obtenido del programa es de 1587.9 Kg. y 476.549m de longitud total de los elementos.

$$M_8 = \frac{(1587.9\text{Kg.})(0,05 + 0,03)}{476.549\text{m}} = 0,27 \frac{\text{Kg.}}{\text{m}}$$

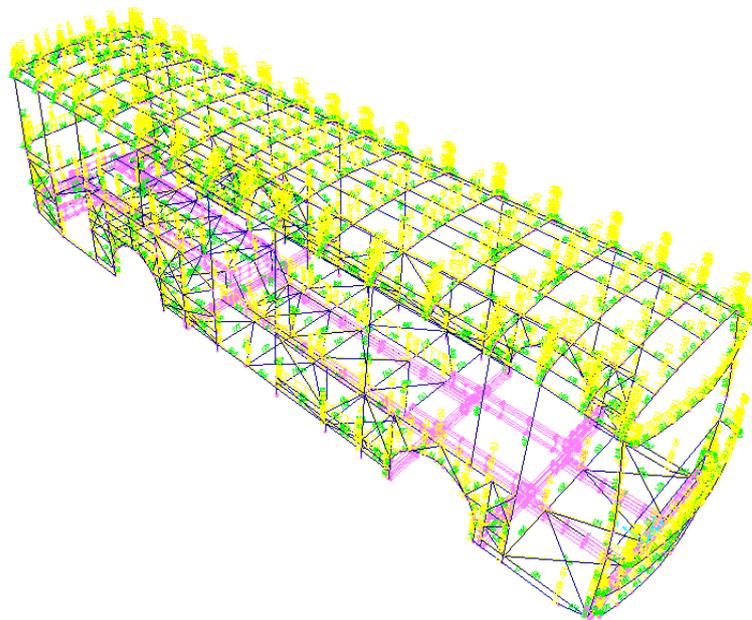


Figura 6.2 Aplicación de carga muerta

Fuente: Programa de elementos finitos S1

Carga de viento (Raf).

Como se trata de la estructura de un vehículo, la resistencia del aire también es una carga considerable y es determinada a partir de:

$$Raf = \frac{Cx \cdot \rho \cdot Af \cdot V^2}{2} :$$

Dónde:

Cx = Coeficiente de resistencia frontal del aire ($C = 0,7$). Mínimo

ρ = Densidad con presión atmosférica de 760mm de Hg a 15°C se obtiene una

$$\rho = 0.85 \text{ kg/m}^3$$

$V_{\text{diseño}}$ = Velocidad de traslación del vehículo (m/s), según el fabricante del chasis se recomienda una velocidad máxima de 90 Km/h (25 m/s).

Af = El área de proyección sobre la que actúa el aire es de 6,547 m², y se asigna en una longitud de 15,6 m.

$$Raf = \frac{Cx \cdot \rho \cdot Af \cdot V^2}{2} = \frac{0.7 \times 0.85 \times 6.547 \times 25^2}{2} = 1217 \text{ kg}$$

$$Raf = \frac{1217}{9.1799 \text{ m}} = 132.61 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

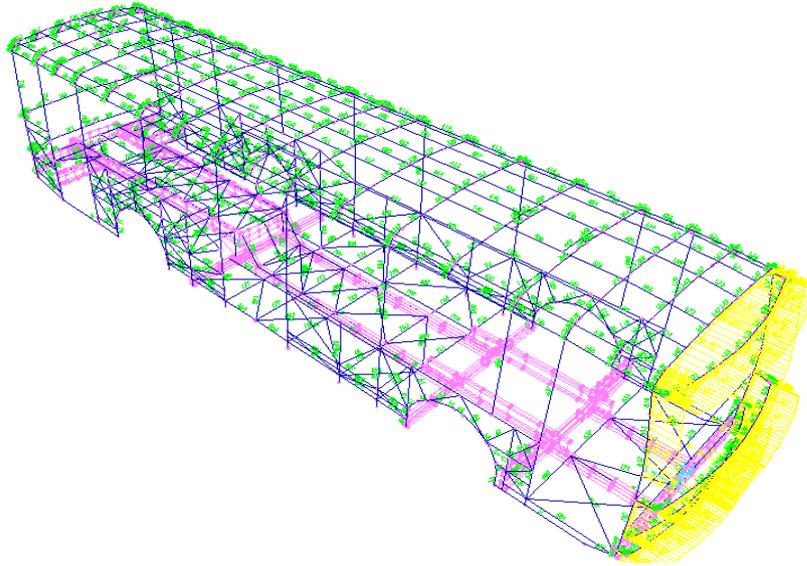


Figura 6.3 Aplicación de carga de resistencia del aire

Fuente: Programa de elementos finitos S1

Carga de frenado (F).

Para calcular la carga hacia delante y hacia atrás durante un frenaje rápido se determina la inercia que se produce, para esto se asume una desaceleración de $4m/s^2$, el peso bruto del vehículo es de 15000 Kg. (manual de carrozar).

Carga de aceleración brusca (Ab).

Es igual a la carga de frenado pero en sentido contrario.

Para calcular el valor de esta carga se empleará la siguiente fórmula:

$$F = M * a$$

Dónde:

F = fuerza de frenado en (N).

M = masa de la carrocería terminada en (Kg.)

$a = \text{desaceleración del bus en } (m/s^2) = -4m/s^2$

Finalmente la carga de frenado es:

$$F = 15000 \text{ Kg} * 4m/s^2 = 60000N$$

$$F = \frac{60000N}{9.81 \times 494.04 \text{ m}} = 12,38 \frac{\text{Kg.}}{\text{m}}$$

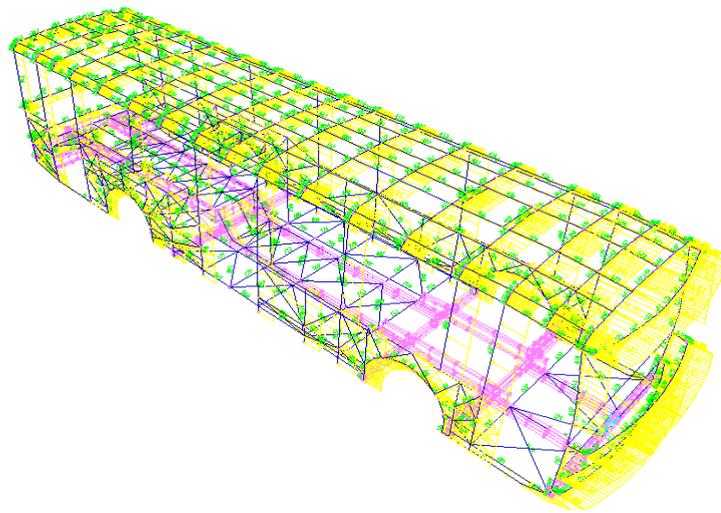


Figura 6.4 Aplicación de carga de frenado brusco

Fuente: Programa de elementos finitos S1

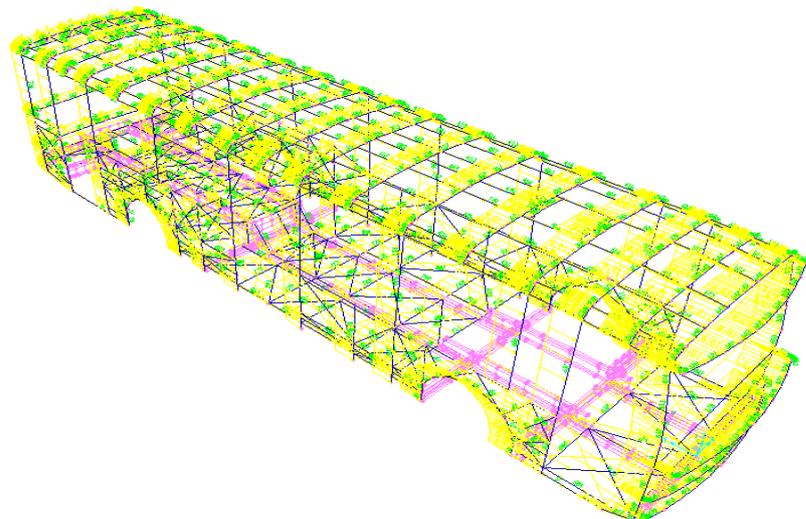


Figura 6.5 Aplicación de carga de acelerado brusco

Fuente: Programa de elementos finitos S1

Carga lateral durante giros rápidos (G).

Según los datos técnicos del chasis, el diámetro del círculo de viraje del vehículo es de 350 m, se asume una velocidad de 90 Km/h (25 m/s), por lo tanto la fuerza a la que está sometida la carrocería debido a la aceleración centrífuga es:

Velocidad del vehículo (km/h)	Radio de curvatura de la carretera (m)
80	250
85	300
90	350
95	400
100	450
105	500
110	550
115	600
120	700
125	800
130	900
135	1050
140	1250
145	1475
150	1725

Tabla 6.8 Velocidades y radios mínimos en carretera.

Fuente: Norma técnica Ecuatoriana NTE 1323

$$\sum Fr = m \cdot a_c$$

$$\sum Fr = 15000 \text{ Kg} \cdot \frac{\left(25 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{350 \text{ m}} = 26785.71\text{N} = 2730.45\text{Kg}$$

Entonces la carga lateral durante giros rápidos es:

$$G = \frac{2730.45}{494.04 \text{ m}} = 5.527 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

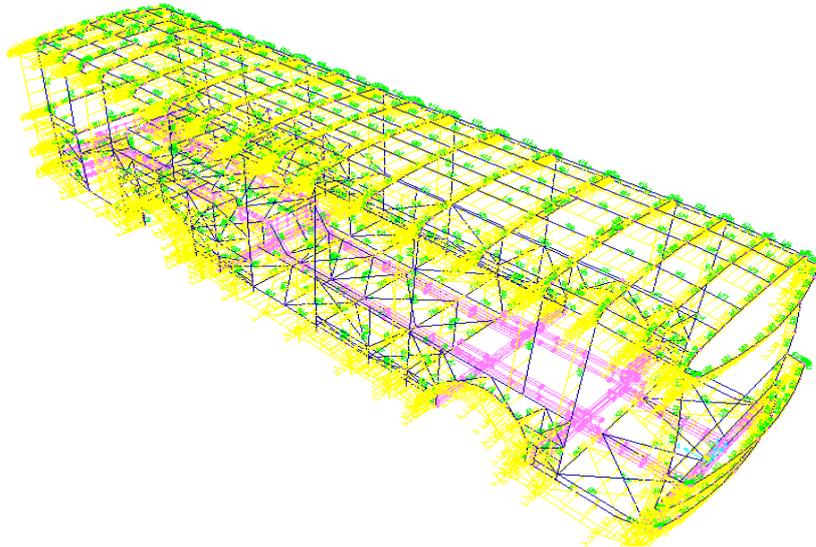


Figura 6.6 Aplicación de Carga de giro

Fuente: Programa de elementos finitos S1

CARGAS COMBINADAS

Para la combinación de cargas, la estructura de la carrocería se diseñó de manera que resista los esfuerzos determinados en base a las cargas que se indica en la tabla 6.9

CÁLCULO DE CARGAS INDIVIDUALES POR ELEMENTO DE ESTRUCTURA					
CARGA MUERTA					
Cantidad	Denominación	Peso por unidad	Carga (Kg)	Longitud (m)	carga Kg/m
19	Asientos	20	380	29.728	12.78
1	juego vidrios	372.8	372.8	64.5	5.78
2	Claraboyas	5	10	3.16	1.58
1	forros laterales exterior	192.16	192.16	158.26	1.21
1	forros laterales interior	115	115	158.26	0.73

1	techo	221.27	221.27	158.26294	1.40
8	plancha de aluminio	25	200	60.916	3.28
2	parabrisas	27	54	5.6	9.64
1	Extras, 3% carrocería	1587.9	47.637	476.549	0.10
1	Soldadura, 5% peso carrocería	1587.9	79.395	476.549	0.17
			1672.262		36.68
CARGA VIVA					
36	pasajero sentados	70	2540	29.728	89.477
34	pasajeros de pie	70	2310	29.728	80.06
CARGA DE VIENTO					
			1217	9.17992	132.608
CARGA DE FRENADO					
			5712.5382 3	494.04295	11.563
CARGA DE GIRO					
			2730	494.04295	5.5267
CARGA DE ACELERADO					
			5712.5382 3	494.04295	-11.563
CARGA SOBRE TECHO					
		50% peso bruto	7500	69.3267	108.183

Tabla 6.9 Cálculo de cargas

Fuente: Carrocerías Picoso Ltda.

Autor: Daniel Hidalgo

6.7.2. CÁLCULO DE CENTRO DE GRAVEDAD

Uno de los principales objetivos a lograr con este tipo de modelo es su estabilidad lateral muy eficiente para el tipo de servicio que presta, teniendo para esto un parámetro de diseño de acuerdo al tipo de chasis y servicio.

De acuerdo a catálogo de la HINO recomienda el cálculo de acuerdo a la siguiente fórmula

$$\text{altura al centro gravitacional} = \frac{\text{momentos}}{\text{masa vehicular}} < 1.29\text{m}$$

Para una unidad de carga

$$Wf = \frac{W \times L1}{WB}$$

$$Wr = W - Wf$$

Para múltiples unidades de carga tenemos:

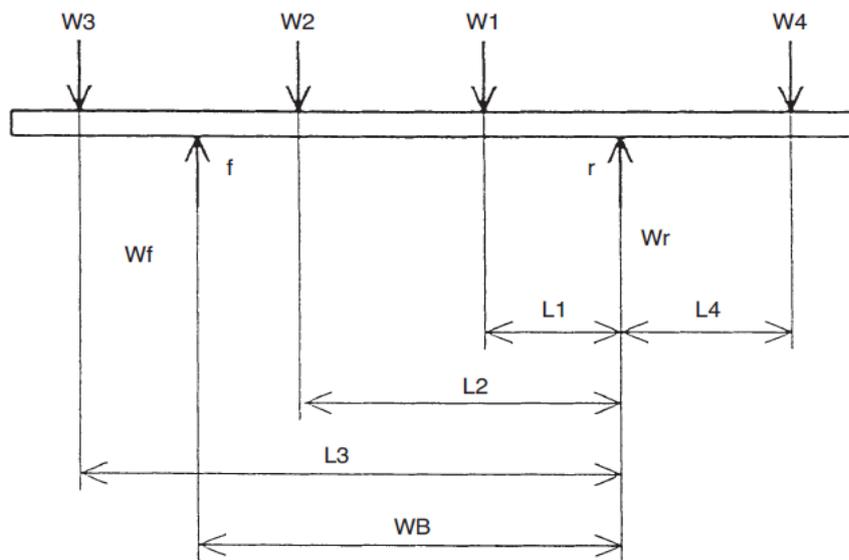


Figura. 6.7. Momentos de acuerdo a los pesos.

Fuente. Manual de Montaje de carrocerías Hino.

$$Wf = \frac{(W1 \times L1) + (W2 \times L2) + (W3 \times L3) - (W4 \times L4)}{WB}$$

$$W_r = (W_1 + W_2 + W_3 + W_4) - W_f$$

Cálculo de W_{fb} y W_{rb}

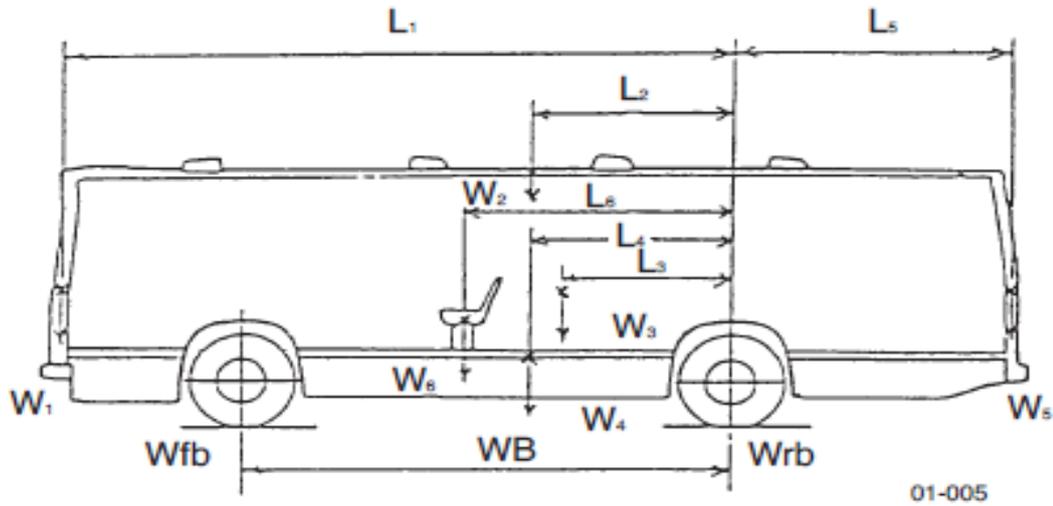


Figura. 6.8 Cálculo de W_{fb} y W_{rb} (Reacciones)

Fuente. Manual de Montaje de carrocerías Hino.

Designación	Masa (kg)	L(m)	Momento
construcción			
frontal	W_1	L_1	W_1XL_1
techo	W_2	L_2	W_2XL_2
lateral	W_3	L_3	W_3XL_3
posterior	W_4	L_4	W_4XL_4
piso	W_5	L_5	W_5XL_5
asientos	W_6	L_6	W_6XL_6

Tabla. 6.10 Tabla de momentos de acuerdo a los pesos.

Fuente. Manual de Montaje de carrocerías Hino.

Para calcular la distribución de pesos sobre los ejes.

Masa de pasajeros y tripulación

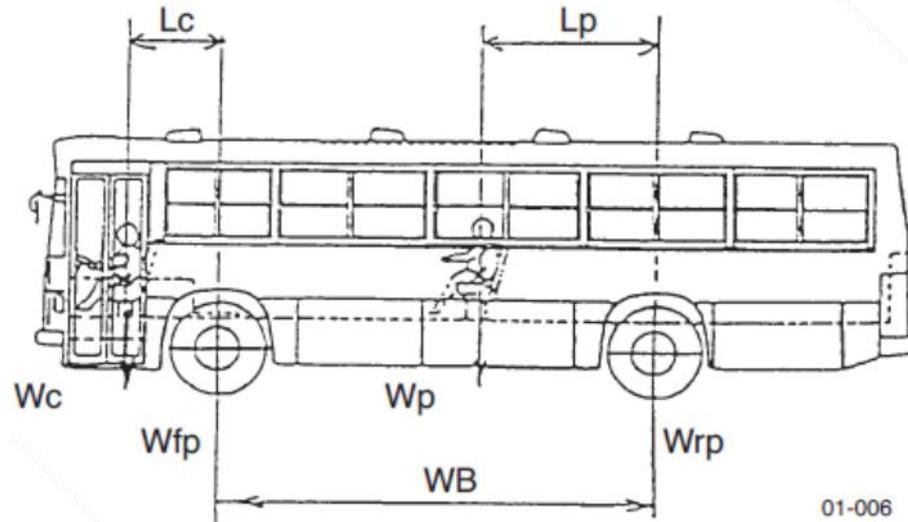


Figura. 6.9. Distribución de masas de pasajeros y tripulación

Fuente. Manual de Montaje de carrocerías Hino.

Carga	Masa (Kg)	L (m)
Tripulación	W_c	$L_c + WB$
pasajeros	W_p	L_p

Tabla. 6.11. Carga de tripulación y pasajeros

Fuente. Manual de Montaje de carrocerías Hino.

Carga	Masa (Kg)	L (m)	Momento Kg x m
Tripulación	75	6.45	483.75
pasajeros	4850	2.775	13458.75
total	4925		13942.5

W_{fp2}	2512.16216	Kg
W_{rp2}	2412.83784	Kg

Tabla. 6.12. Cálculo de distribución de carga de tripulación y pasajeros

Fuente. Manual de Montaje de carrocerías Hino.

Cálculo con la formula básica de Wfp y Wrp.

Distribución de masa en el eje frontal

$$\frac{Wf}{PBV} \times 100 = \frac{2512.16 + 672.12}{13596.892} \times 100 = 23.42 \%$$

Altura del centro de gravedad desde el suelo

Un centro de gravedad alto causa inestabilidad

La altura del centro de gravedad de un vehículo desde el suelo, tiene el mayor impacto en la conducción y maniobrabilidad del vehículo.

Por ello para conducir con seguridad, se debe cerciorar de que la altura del centro de gravedad no exceda el límite especificado.

El límite especificado para la altura del centro de gravedad representa la altura máxima del centro de gravedad que asegurará un ángulo de inclinación de 35° cuando el vehículo está descargado.

(Para la altura máxima del centro de gravedad desde el suelo para cada modelo, cuando la carrocería está montada, se debe mirar el Manual de Montaje de la Carrocería para las respectivas series del modelo.)

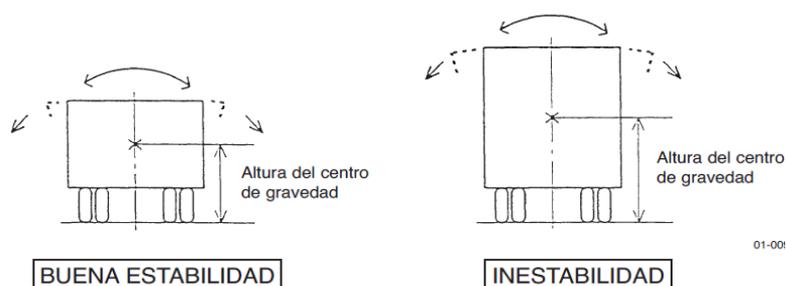


Figura. 6.10. Centro de gravedad

Fuente. Manual de Montaje de carrocerías Hino.

CÁLCULOS DE CENTRO DE GRAVEDAD

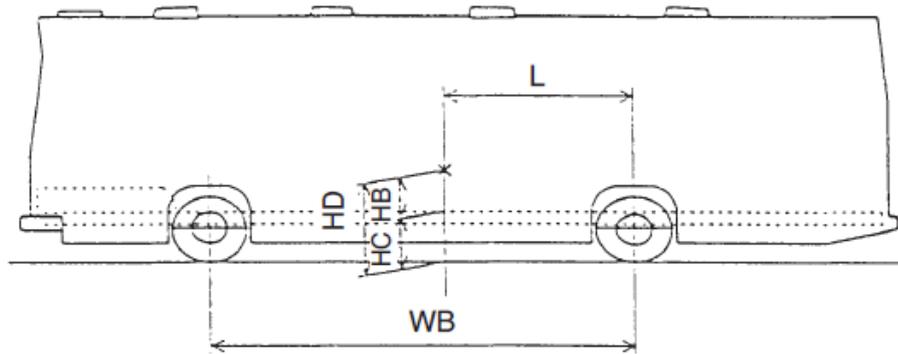


Figura. 6.11. Parámetros de cálculo de centro de gravedad.

Fuente. Manual de Montaje de carrocerías Hino.

Dónde: L: Saliente de la masa de la carrocería (m).

HB: Altura del centro de gravedad de la carrocería desde la superficie superior del bastidor del chasis (m).

HC: Altura desde el suelo de la superficie superior del bastidor del chasis al punto del saliente de la masa de la carrocería (m)

HD: Altura del centro de gravedad de la carrocería desde el suelo.

Cálculo de la saliente de la masa de la carrocería (L) en metros

$$L(m) = \frac{Wf \times WB}{\text{Masa total de la carrocería}}$$

De donde reemplazando los valores se obtiene:

Construcción	Masa (kg)	L(m)	Momento Kg x m
frontal	75.984	7.54	572.91936
techo	382.436	2.464	942.322304
lateral	310.649	1.545	479.952705
posterior	70.614	3.025	-213.60735
piso	491.3	1.82	894.166
asientos	380	2.775	1054.5
total	1710.983		3730.253019

Wf.	672.117661	Kg
Wr.	1038.86534	Kg
WB	5.55	m
L	2.18018123	m

Tabla. 6.13. Cálculo de longitud (L)

Fuente. Manual de Montaje de carrocerías Hino.

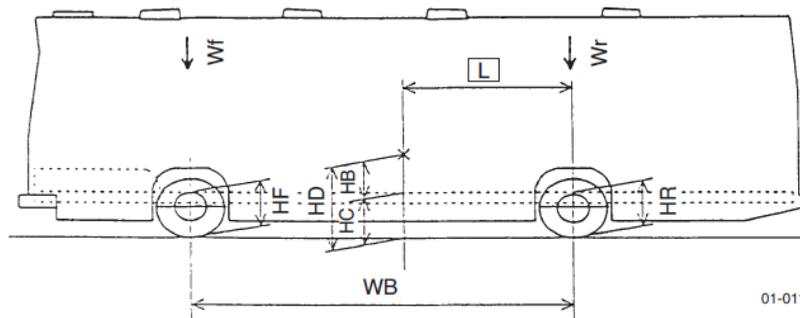


Figura. 6.12. Cálculo de centro de gravedad.

Fuente. Manual de Montaje de carrocerías Hino.

$$L \text{ desde eje posterior} = \frac{\text{momentos}}{\text{masa vehicular}} = \frac{3987.10 \text{ Kg.m}}{1710.98 \text{ Kg}} = 2.18\text{m}$$

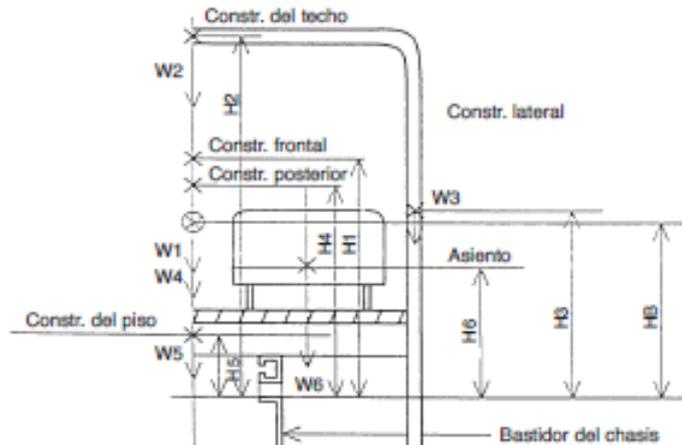


Figura. 6.13. Altura del centro de gravedad de la carrocería desde la superficie del bastidor del chasis (HB).

Fuente. Manual de Montaje de carrocerías Hino.

Construcción	Masa (kg)	L(m)	Momento
frontal	75.984	0.976	74.160384
techo	382.436	2.1	803.1156
lateral	310.649	0.878	272.749822
posterior	70.614	0.786	55.502604
piso	491.3	0	0
asientos	380	0.4	152
total	1710.983	5.14	1357.52841

Tabla. 6.14. Cálculo de la altura del centro de gravedad de la carrocería desde la superficie del bastidor del chasis (HB).

Fuente. Manual de Montaje de carrocerías Hino.

$$HB = \frac{\text{momentos}}{\text{masa vehicular}} = \frac{1357.528 \text{ Kg.m}}{1710.983 \text{ Kg}} = 0.7934\text{m}$$

Cálculo de la altura desde el piso de la superficie superior del bastidor del chasis (HC) en el punto saliente de la masa de la carrocería en metros.

$$HC (m) = HR - \left\{ (HR - HF) \frac{L}{WC} \right\}$$

$$HC (m) = 0.75 - \left\{ (0.75 - 0.45) \frac{2.18}{75} \right\}$$

$$HC (m) = 0.74117982$$

Cálculo de la altura del centro de gravedad de la carrocería desde el suelo (HD) en metros.

$$HD(m) = HB + HC$$

$$HD(m) = 0.7934 + 0.74117982$$

$$HD(m) = 1.5346$$

Finalmente, se debe asegurar de que la altura del centro de gravedad del vehículo no exceda el límite especificado de altura del centro de gravedad desde el suelo a

la masa del vehiculo, de acuerdo al manual del chasis. En este caso mayor a 1.29 m

DESCRIPCIÓN	Altura del centro de gravedad desde el suelo H(m)	Masa (Kg)	Momento Kg x m
CHASIS	0.75	5410	2434.5
CARROCERIA	(HD) 1.53459998	3261.892	5005.699406
TOTAL	H=1.045	8671.892	7440.199406

Tabla. 6.15. Cálculo del centro de gravedad

Autor. Daniel Hidalgo.

6.7.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para el análisis estructural se ha realizado mediante software, basado en el las normas AISC ASD2001 el mismo que ha expuestos los siguientes resultados:

6.7.3.1. INTERPRETACION DE DATOS

- **DATOS DE ESTRUCTURA**

Propiedades físicas de la estructura ¹¹

Sistema de coordenadas de salida:

Masa = 1589.63 kilogramos

Volumen = 206322284.33 milímetros³

Área de superficie = 185274169.90 milímetros²

Centro de masa: (milímetros)

¹¹ Datos de programa de elementos Finitos

$X = 5518.78$

$Y = 1072.12$

$Z = 27.37$

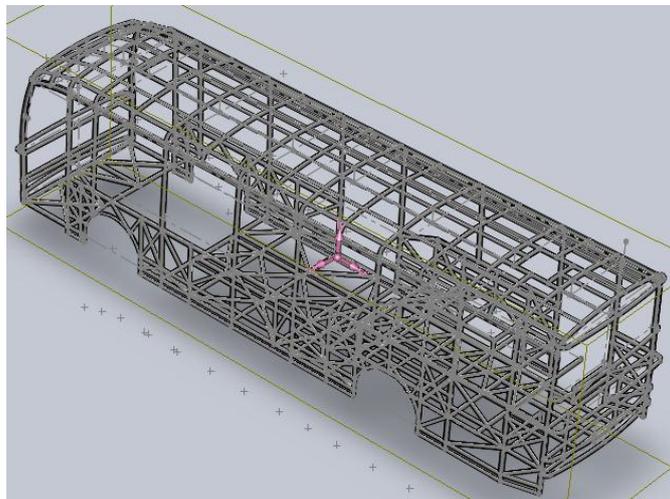


Figura. 6.14. Centro de masa

Fuente. Programa de elementos Finitos SLDW

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS ESTRUCTURAL¹²

Resultados de análisis

¹² Resultados del análisis estructural

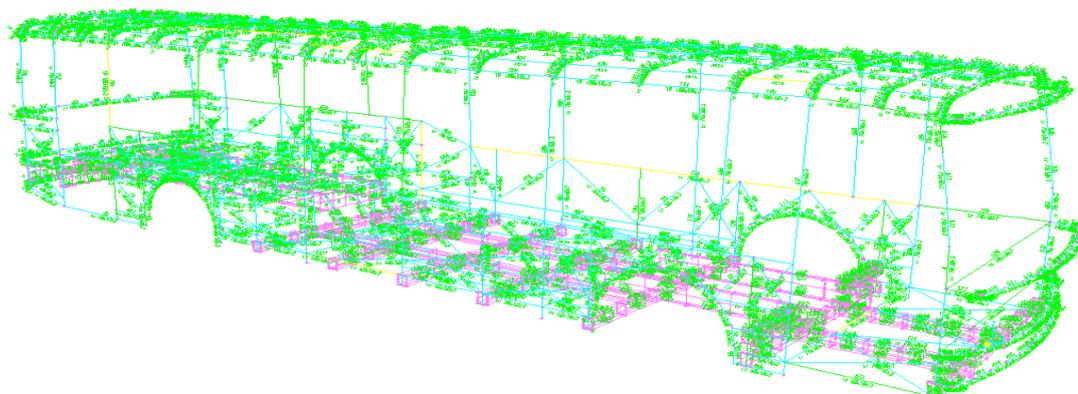


Figura. 6.15. Resultado de análisis Estructural⁹

Fuente. Programa de elementos finitos S1

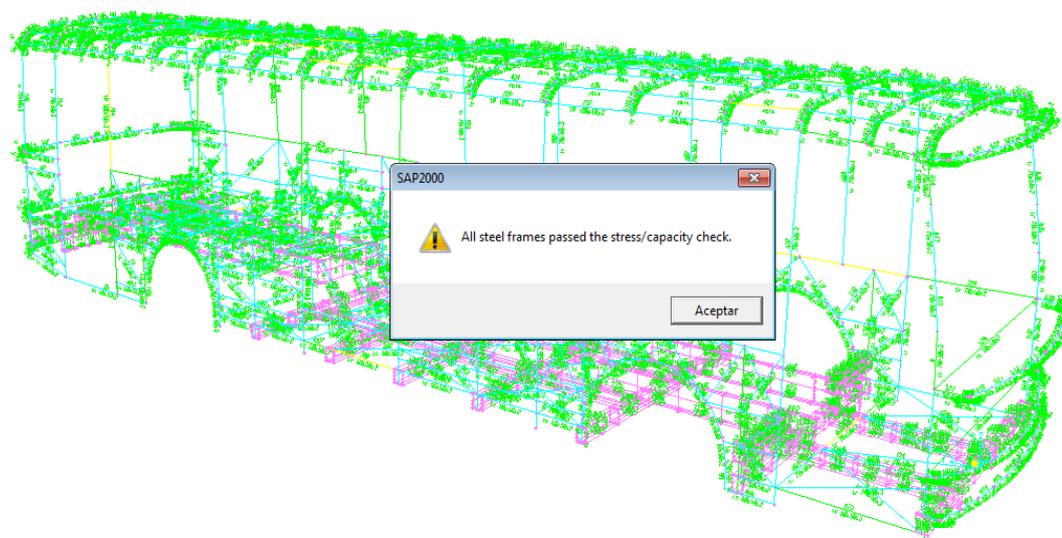


Figura. 6.16. Chequeo de miembros estructurales.⁹

Fuente: Programa de elementos finitos S1

Verificación del elemento más cargado, de acuerdo con los resultados para la combinación de cargas, el esfuerzo máximo permisible se presenta en los elementos de la tabla a continuación:

Frame	DesignSect	P	MMajor	MMinor	VMajor	VMinor	T	TotalRatio	Length
Text	Text	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Unitless	cm
126	tr 70x50x3	-787.71	4142.03	287.53	-105.46	-3.88	179.9	0.819711	471.491
431	zeta	61.62	-121.81	44.81	-3.4	1.64	0.0145	0.815751	60
629	zeta	83.28	-152.72	24.46	4.35	-1.02	-0.00312	0.81049	55.491
432	zeta	-68.97	102.89	-44.99	-2.02	1.64	0.01449	0.802668	60
674	tr 70x50x3	203.98	-113.16	-14193.42	9.45	511.04	-291.91	0.797593	131.951

Tabla.6.16. Resultados obtenidos de análisis del software

Fuente. Programa de elementos finitos S1

Section Name	t3	t2	tf	tw	Área	I33	I22	S33	S22	R33	R22
CU 50x25x2	5	2.5	0.20	0.20	1.92	7.38	1.16	2.95	0.64	1.9613	0.7765
CU 80x40x2	8	4	0.20	0.20	3.12	31.64	4.95	7.91	1.69	3.1854	1.2599
G 200x40x2					0.64	26.6	0.94	2.2	0.28	6.4644	1.2134
TC 40x40x2	4	4	0.20	0.20	3.04	7.33	7.33	3.67	3.67	1.5535	1.5535
TC 50x50x2	5	5	0.20	0.20	3.84	14.76	14.76	5.91	5.91	1.9613	1.9613
TC 50x50x3	5	5	0.30	0.30	5.64	20.85	20.85	8.34	8.34	1.9227	1.9227
TR 100x50x3	10	5	0.30	0.30	8.64	112.11	37.44	22.42	14.97	3.6023	2.0816
TR 100x50x4	10	5	0.40	0.40	11.36	144.16	47.38	28.83	18.95	3.5619	2.0419
TR 70x50x2	7	5	0.20	0.20	4.64	32.69	19.37	9.34	7.75	2.6551	2.0438
TR 70x50x3	7	5	0.30	0.30	6.84	46.79	27.48	13.37	10.99	2.6157	2.0046
TR 80x40x3	8	4	0.32	0.32	7.27	59.04	19.4	14.76	9.7	2.8495	1.6335
Zeta					0.19	0.73	0.19	0.294	0.090	1.994	1.103

Tabla 6.17. Propiedades de las secciones estructurales

Autor: Daniel Hidalgo

Fa	Sección	Cm						Fa Euler
Kgf/cm2		Length	R33	R22	kl/r33	kl/r22		
1288.26	zeta	55.491	1.994	1.103	27.829	50.3092		
1262.4	zeta	60	1.994	1.103	30.0903	54.3971		
1262.4	zeta	60	1.994	1.103	30.0903	54.3971		
-1203.78	tr 70x50x3	471.491	2.6157	2.0046	180.254	235.205	kl/r>126.1	189.78336
1185.17	tr 70x50x3	131.951	2.6157	2.0046	50.4458	65.8241		

Tabla 6.18. Cálculo del esfuerzo máximo admisible

Autor: Daniel Hidalgo

CÁLCULO DE COMBINACIÓN DE ESFUERZOS ADMISIBLES DE FORMA MANUAL

Basado en la norma AISC-ASD 2001¹³

Por tanto:

$$f_a = P / A \text{ Esfuerzo axial del elemento}$$

$$f_{b33} = M_{33} / S_{33} \text{ Esfuerzo flector del elemento respecto al plano 33}$$

$$f_{b22} = M_{22} / S_{22} \text{ Esfuerzo flector del elemento respecto al plano 22}$$

$$f_{v2} = V_2 / A_{v2} \text{ Esfuerzo cortante del elemento respecto al plano 22}$$

$$f_{v3} = V_3 / A_{v3} \text{ Esfuerzo cortante del elemento respecto al plano 33}$$

$$F_a = \text{Esfuerzo de axial admisible}$$

$$F_{33} = \text{Esfuerzo de flexión admisible en el plano 33}$$

$$F_{22} = \text{Esfuerzo de flexión admisible en el plano 22}$$

$$F_{e33} = \text{Esfuerzo de flexión admisible de Euler en el plano 33}$$

$$F_{e22} = \text{Esfuerzo de flexión admisible de Euler en el plano 22}$$

1.- zeta miembro sujeto a tensión, traveses 629

$$f_a = P / A \text{ Esfuerzo axial del elemento}$$

$$f_a = 83.28 \text{kg} / 0.19 \text{cm}^2$$

¹³ NORMA AISC- ASD 2001, CHAPTER III CHECK/DESIGN FOR AISC-ASD01

$$fa = 438.316 \text{ kg/cm}^2$$

$$Cc = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{QFy}} = 126.0993; kl/r \leq Cc$$

$$kl/r = 1(55.491)/1.103 = 50.3092$$

$$Fa = \frac{\left\{1 - \frac{\left(\frac{kl}{r}\right)^2}{2Cc}\right\} Fy}{\frac{5}{3} + \frac{3}{8} \frac{kl}{Cc} - \frac{\left(\frac{kl}{r}\right)^3}{8Cc^3}} = \frac{\left\{1 - \frac{(50.3092)^2}{2(126.0993)}\right\} 2531.05}{\frac{5}{3} + \frac{3}{8} \frac{50.3092}{126.0993} - \frac{(50.3092)^3}{8(126.0993)^3}} = 1288.26 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{fa}{Fa} = \frac{438.316}{1288.26} = 0.340 \geq 0.15$$

Miembro a tensión y flexión

$$Fa = 0.6Fy \rightarrow fy \leq 65 \text{ ksi}$$

$$Fa = 0.6Fy = 0.6 * 2531.05 = 1518.63 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\frac{fa}{Fa} = \frac{438.316}{1518.63} = 0.2886 \geq 0.15$$

Por tanto

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{fb_{33}}{Fb_{33}} + \frac{fb_{22}}{Fb_{22}} \leq 1$$

$$fb_{33} = M_{33} / S_{33} = 152.72 / 0.294 = 519.45 \text{ kg/cm}^2$$

$$fb_{22} = M_{22} / S_{22} = 24.46 / 0.09 = 271.77 \text{ kg/cm}^2$$

$Fb = 0.6Fy \rightarrow fy \leq 65ksi$ Sección no compacta

$Fb_{33} = 0.6Fy = 0.6 * 2531.05 = 1518.63Kg / cm^2$ Es similar al plano 22

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{fb_{33}}{Fb_{33}} + \frac{fb_{22}}{Fb_{22}} = \frac{438.316}{1265.35} + \frac{519.45}{1518.63} + \frac{271.77}{1518.63} = 0.340 + 0.342 + 0.1789 = 0.8609 \leq 1$$

$$\frac{fa}{0.6Fy} + \frac{fb_{33}}{Fb_{33}} + \frac{fb_{22}}{Fb_{22}} = \frac{438.316}{1518.63} + \frac{519.45}{1518.63} + \frac{271.77}{1518.63} = 0.2886 + 0.342 + 0.1789 = 0.8095 \leq 1$$

Lo que es satisfactorio

2.- zeta miembro sujeto a compresión, traveses 431

$fa = P / A$ Esfuerzo axial del elemento

$$fa = 61.62kg / 0.19cm^2$$

$$fa = 324.316kg / cm^2$$

$$Cc = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{QFy}} = 126.0993; kl/r \leq Cc$$

$$kl/r = 1(60)/1.103 = 54.3970$$

$$F_a = \frac{\left\{1 - \frac{\left(\frac{kl}{r}\right)^2}{2Cc}\right\} F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3}{8} \frac{kl}{Cc} - \frac{\left(\frac{kl}{r}\right)^3}{8Cc^3}} = \frac{\left\{1 - \frac{(54.397)^2}{2(126.0993)}\right\} 2531.05}{\frac{5}{3} + \frac{3}{8} \frac{54.397}{(126.0993)} - \frac{(54.397)^3}{8(126.0993)^3}} = 1262.4 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{f_a}{F_a} = \frac{324.316}{1262.4} = 0.2569 \geq 0.15$$

Miembro a tensión y flexión

$$F_a = 0.6F_y \rightarrow f_y \leq 65 \text{ ksi}$$

$$F_a = 0.6F_y = 0.6 * 2531.05 = 1518.63 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\frac{f_a}{F_a} = \frac{324.316}{1518.63} = 0.2135 \geq 0.15$$

Por tanto

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{b33}}{F_{b33}} + \frac{f_{b22}}{F_{b22}} \leq 1$$

$$f_{b33} = M_{33} / S_{33} = 121,81 / 0.294 = 414.319 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{b22} = M_{22} / S_{22} = 44.81 / 0.09 = 497.88 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_b = 0.6F_y \rightarrow f_y \leq 65 \text{ ksi} \text{ Sección no compacta}$$

$$F_{b33} = 0.6F_y = 0.6 * 2531.05 = 1518.63 \text{ Kg/cm}^2 \text{ Es similar al plano 22}$$

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{fb_{33}}{Fb_{33}} + \frac{fb_{22}}{Fb_{22}} = \frac{324.316}{1262.4} + \frac{414.319}{1518.63} + \frac{497.88}{1518.63} = 0.2569 + 0.2728 + 0.3278 = 0.8575 \leq 1$$

$$\frac{fa}{0.6Fy} + \frac{fb_{33}}{Fb_{33}} + \frac{fb_{22}}{Fb_{22}} = \frac{324.316}{1518.63} + \frac{414.319}{1518.63} + \frac{497.88}{1518.63} = 0.2135 + 0.2728 + 0.3278 = 0.8141 \leq 1$$

Lo que es satisfactorio para las cargas combinadas y momentos

3.- zeta miembro sujeto a tensión, traveses 432

$fa = P / A$ Esfuerzo axial del elemento

$$fa = 68.97 \text{ kg} / 0.19 \text{ cm}^2$$

$$fa = 363 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$Cc = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{QFy}} = 126.0993; kl/r \leq Cc$$

$$kl/r_{22} = 1(60) / 1.103 = 54.3970$$

$$kl/r_{33} = 1(60) / 1.994 = 30.09$$

$$Fa = \frac{\left\{1 - \frac{(kl/r)^2}{2Cc}\right\} Fy}{\frac{5}{3} + \frac{3}{8} \frac{kl}{Cc} - \frac{(kl/r)^3}{8Cc^3}} = \frac{\left\{1 - \frac{(54.397)^2}{2(126.0993)}\right\} 2531.05}{\frac{5}{3} + \frac{3}{8} \frac{54.397}{126.0993} - \frac{(54.397)^3}{8(126.0993)^3}} = 1262.4 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$\frac{fa}{Fa} = \frac{363}{1262.4} = 0.2875 \geq 0.15$$

Miembro a compresión y flexión

Por tanto utilizar la fórmula ASD H1-1

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{cmfb_{33}}{(1 - \frac{fa}{Fe33})Fb_{33}} + \frac{cmfb_{22}}{(1 - \frac{fa}{Fe22})Fb_{22}} \leq 1$$

$$fb_{33} = M_{33} / S_{33} = 102.89 / 0.294 = 349.96 \text{ kg/cm}^2$$

$$fb_{22} = M_{22} / S_{22} = 44.99 / 0.09 = 499.88 \text{ kg/cm}^2$$

$$Fb = 0.6Fy \rightarrow fy \leq 65 \text{ ksi} \text{ Sección no compacta}$$

$$Fb_{33} = 0.6Fy = 0.6 * 2531.05 = 1518.63 \text{ Kg/cm}^2 \text{ Es similar al plano 22}$$

$$Fe_{33} = \frac{12\pi^2 E}{23(\frac{kl}{r})_{33}^2} = \frac{12\pi^2 2038901.92}{23(30.090)_{33}^2} = 11595.7$$

$$Fe_{22} = \frac{12\pi^2 E}{23(\frac{kl}{r})_{22}^2} = \frac{12\pi^2 2038901.92}{23(54.397)_{22}^2} = 3548.11$$

$$cm = 0.85 \text{ Para extremos restringidos}$$

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{cmfb_{33}}{(1 - \frac{fa}{Fe33})Fb_{33}} + \frac{cmfb_{22}}{(1 - \frac{fa}{Fe22})Fb_{22}} \leq 1$$

$$\frac{363}{1262.4} + \frac{0.85(349.96)}{(1 - \frac{363}{11595.7})1518.63} + \frac{0.85(499.88)}{(1 - \frac{363}{3548.11})1518.63} = 0.2875 + 0.2022 + 0.3116 = 0.8013 \leq 1$$

Lo que es satisfactorio para las cargas combinadas y momentos

4.- tubo 70x50x3 miembro sujeto a compresión, viga

$$fa = P / A \text{ Esfuerzo axial del elemento}$$

$$fa = 787.71 \text{kg} / 6.84 \text{cm}^2$$

$$fa = 115,162 \text{kg} / \text{cm}^2$$

$$Cc = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{QF_y}} = 126.0993; kl/r \leq Cc$$

$$kl/r_{22} = 1(471.491) / 2.0046 = 235.2, kl/r \geq Cc \rightarrow Fa = \frac{12\pi^2 E}{23\left(\frac{kl}{r}\right)^2}$$

$$kl/r_{33} = 1(471.491) / 2.6157 = 180.254, kl/r \geq Cc \rightarrow Fa = \frac{12\pi^2 E}{23\left(\frac{kl}{r}\right)^2}$$

$$Fa_{22} = \frac{12\pi^2 E}{23\left(\frac{kl}{r}\right)_{22}^2} = \frac{12\pi^2 (2038901.92)}{23(235.2)_{22}^2} = 189.79$$

$$Fa_{33} = \frac{12\pi^2 E}{23\left(\frac{kl}{r}\right)_{33}^2} = \frac{12\pi^2 (2038901.92)}{23(180.254)_{33}^2} = 323.13$$

$$\frac{fa}{Fa} = \frac{115.162}{189.79} = 0.6067 \geq 0.15$$

Miembro a compresión y flexión

Por tanto utilizar la fórmula ASD H1-1

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{cmfb_{33}}{\left(1 - \frac{fa}{Fe_{33}}\right)Fb_{33}} + \frac{cmfb_{22}}{\left(1 - \frac{fa}{Fe_{22}}\right)Fb_{22}} \leq 1$$

$$fb_{33} = M_{33} / S_{33} = 4142.03 / 13.37 = 309.8 \text{kg} / \text{cm}^2$$

$$fb_{22} = M_{22} / S_{22} = 287.53 / 10.99 = 26.162 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$Fb = 0.6F_y \rightarrow f_y \leq 65 \text{ ksi} \text{ Sección semi-compacta}$$

$$Fb_{33} = 0.6F_y = 0.6 * 2531.05 = 1518.63 \text{ Kg} / \text{cm}^2 \text{ Es similar al plano 22}$$

$$cm = 0.85 \text{ Para extremos restringidos}$$

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{cmfb_{33}}{\left(1 - \frac{fa}{Fe_{33}}\right)Fb_{33}} + \frac{cmfb_{22}}{\left(1 - \frac{fa}{Fe_{22}}\right)Fb_{22}} \leq 1$$

$$\frac{115.162}{189.79} + \frac{0.85(309.8)}{\left(1 - \frac{115.162}{323.13}\right)1518.63} + \frac{0.85(26.162)}{\left(1 - \frac{115.162}{189.79}\right)1518.63} = 0.6067 + 0.2694 + 0.0372 = 0.9133 \leq 1$$

Lo que es satisfactorio para las cargas combinadas y momentos

5.- tubo 70x50x3 miembro sujeto a tensión, columna

$$fa = P / A \text{ Esfuerzo axial del elemento}$$

$$fa = 203.98 \text{ kg} / 6.84 \text{ cm}^2$$

$$fa = 29.82 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$Cc = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{QF_y}} = 126.0993; kl / r \leq Cc$$

$$kl / r_{22} = 1(131.951) / 2.0046 = 65.82, kl / r \leq Cc$$

$$kl / r_{33} = 1(131.951) / 2.6157 = 50.45,$$

$$F_a = \frac{\left\{1 - \frac{\left(\frac{kl}{r}\right)^2}{2C_c}\right\} F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3}{8} \frac{kl}{C_c} - \frac{\left(\frac{kl}{r}\right)^3}{8C_c^3}} = \frac{\left\{1 - \frac{(65.82)^2}{2(126.0993)}\right\} 2531.05}{\frac{5}{3} + \frac{3}{8} \frac{65.82}{(126.0993)} - \frac{(65.82)^3}{8(126.0993)^3}} = 1185.17 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{f_a}{F_a} = \frac{29.82}{1185.17} = 0.02516 \leq 0.15$$

Miembro a compresión y flexión

Por tanto utilizar la fórmula ASD H3-1

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{b_{33}}}{F_{b_{33}}} + \frac{f_{b_{22}}}{F_{b_{22}}} \leq 1$$

$$f_{b_{33}} = M_{33} / S_{33} = 113.16 / 13.37 = 8.4637 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{b_{22}} = M_{22} / S_{22} = 14193.42 / 10.99 = 1291.48 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_b = 0.6F_y \rightarrow f_y \leq 65 \text{ ksi} \text{ Sección semi-compacta}$$

$$F_{b_{33}} = 0.6F_y = 0.6 * 2531.05 = 1518.63 \text{ Kg/cm}^2 \text{ Es similar al plano 22}$$

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{b_{33}}}{F_{b_{33}}} + \frac{f_{b_{22}}}{F_{b_{22}}} \leq 1$$

$$\frac{29.82}{1185.17} + \frac{8.4637}{1518.63} + \frac{1291.48}{1518.63} = 0.02516 + 0.0055 + 0.8504 = 0.8811 \leq 1$$

Lo que es satisfactorio para las cargas combinadas y momentos

El desplazamiento máximo de la estructura de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1323 no debe exceder 1/240 veces su longitud, lo cual se demuestra a continuación:

TABLA: desplazamiento máximo				
Joint	OutputCase	U1	U2	U3
Text	Text	mm	mm	mm
672	COMB3 M+V+G	2.375852	-0.24206	1.740845

Tabla 6.19. Desplazamiento máximo

Fuente: Programa de elementos finitos S1

En esta tabla observa la deformación máxima dado por el programa de elementos finitos la cual no debe exceder el 1/240 veces la longitud de del elemento estructural teniendo en este punto los siguientes elementos estructurales:

TABLE: Connectivity - Frame				Longitud permisible
Frame	Joint	JointJ	Length mm	1/240
683	82	672	557.82	2.32425 mm
640	83	672	537.84	2.241 mm

Tabla 6.20 Longitud permisible

Fuente: Programa de elementos finitos S1

Con los cálculos presentados en las tablas se puede definir que la longitud permisible es mayor a la deformación máxima en los puntos de conexión de los elementos estructurales número 672. Teniendo como punto crítico los elementos estructurales 683 y 640, donde:

Longitud permisible 2.241 mm > 1.7408 mm por tanto OK.

CÁLCULO DE SOLDADURA

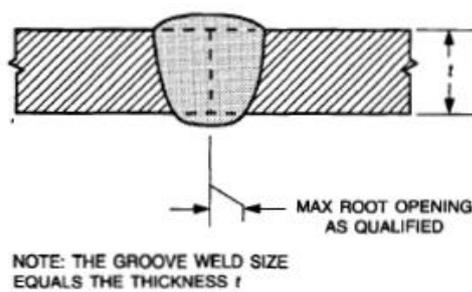


Fig. 6.17. Soldadura a tope

Fuente: Norma AWS D1.3

$$P = 0.4(t)L(F_u)$$

P = carga máxima admisible de la soldadura (lb)

t = espesor de placa (in)

L = longitud de soldadura (in)

F_u = carga última a tensión lb/in²

Para una placa de 1.5mm (0.059in) de espesor utilizada en el techo tipo zeta, de la estructura de acero A36 se obtiene la carga máxima admisible de la soldadura siguiente

$$P = 0.4(t)L(F_u)$$

$$P = 0.4(0.059)2(36000) = 1699.2 \text{ lb} , \text{ Por arista}$$

La carga admisible de la soldadura es mayor que la carga de diseño ya que tenemos 2 aristas.

La carga máxima de diseño es de 1182.94 kgf= 2.608.3827 lb

Para las uniones tipo L para soldadura de filete con tubo 50x50x2 mm (2x2x1/12 in) utilizada en la estructura de acero A36

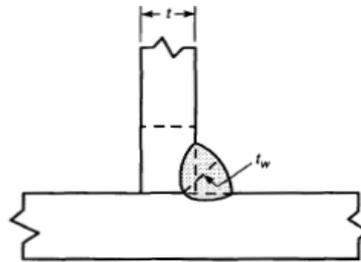


Fig. 6.18. Soldadura de filete

Fuente: Norma AWS D1.3

Para $L/t \geq 25$; entonces

$$P = 0.3(t)L(F_u)$$

P = carga máxima admisible de la soldadura (lb)

t = espesor de placa (in)

L = longitud de soldadura (in)

F_u = carga última a tensión lb/in²

$$P = 0.3(t)L(F_u)$$

$$P = 0.3(0.07874) 2(36000) = 1700lb \text{ Por lado}$$

El contorno de tubo soldado soporta 6800 lb

La carga máxima de diseño es de 1182.94 kgf= 2.608.3827 lb

La carga admisible de la soldadura es mayor que la carga de diseño por tanto OK

6.8. ADMINISTRACIÓN

Carrocería Picoso. Ltda. Consta con infraestructura, maquinaria y equipos para la construcción de la estructura. Ya que está diseñada bajo estándares de jigs para la construcción de laterales y techo que se encuentran en la empresa los costos a añadirse van de acuerdo al modelo de frente y respaldo para lo cual necesariamente se tendrían que construir para su estandarización comercial

El análisis estructural está realizado en programa de diseño por elementos finitos como SAP2000, Ansys, etc. Programas para los cuales es necesario adquirir la

Los costos por parte del autor de este proyecto es de:

Descripción	Costo (\$)
Computador actualizado	800
Internet	50
Material de oficina	150
Pago a derecho de tutor	116
Total	1116

Tabla 6.21. Costos de administración

Autor: Daniel Hidalgo

Por lo que el costo de inversión es de \$1116

BIBLIOGRAFÍA:

1. Mc. Cormac, Diseño de Estructuras de Acero método LRFD, segunda edición, México, 2002
2. Mechanical Engineers` Handbook, Material and Mechanical Design, volume I, third edition, edited by Myer Kutz, 2006
3. Instituto Universitario de Investigación del Automóvil, Universidad Politécnica de Madrid (INSIA-UPM), Investigadores, *Ponente, Director del INSIA-UPM
4. TYLER G. HICKS Mc Grew Hill, Standard Handbooks of Engineering Calculations, fourth edition, 2000
5. PAJÓN Javier, Teoría de Estructuras, Cálculo Estructural (tomo I.), México, 1998
6. HINO MOTORS, Manual de montaje de carrocerías, Tokio, 2000-02
7. Instrucciones de carrozado de VOLVO
8. Instrucción de carrozado Mercedes Benz
9. Manual AISC
10. Manual ASD 2001, tutorial Sap2000
11. Regulation 66. Uniform Provisions Concerning the Approval of Large Passenger Vehicles with Regard to the Strength of their Superstructure.
12. Reglamento Técnico Ecuatoriano, RTE INEN 038
13. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1323
14. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2205
15. AWS D1.3-98 Sheet Steel Structural Welding Code

Internet.

1. <http://www.comp-engineering.com/SAPMan.htm>
2. <http://descargas.abcdatos.com/tutorial/descargarL4922.html>
3. <http://www.comp-engineering.com/download.htm> SOFTWARES
4. www.crtlcmascrtlv.blogspot.com

5. <http://www.madrimasd.org/revista/revista18/tribuna/tribuna1.asp>
6. <https://bb-infoportal.mercedes-benz.com/portal/1186.0.html?&L=es>
7. http://www.holmatrousa.com/espanol/artuculos/TECNOLOGIA_Y_RESCATE_EN_VEHICULOS_MODERNOS.pdf
8. <https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3319/4/55868-4.pdf>

ANEXOS

**LISTADO DE EMPRESAS CALIFICADAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE
CARROCERÍAS POR PARTE DE LAS ESCUELAS POLITÉCNICAS EN BASE
DEL CONVENIO CON LA EMMOP-Q**

EMPRESA REGISTRADA	MARCAS REGISTRADAS	UBICACIÓN	PRODUCTOS HOMOLOGADOS	STATUS	FECHA DE INFORME	OBS.
VILLALBUS	TALLERES VILLALBA	Quito, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Junio 25, 2007	Debe realizar proceso de recalificación.
MEGABUSS ALVARADO	CARROCERÍA MEGABUSS ALVARADO	Riobamba, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Septiembre 28, 2007	Debe realizar proceso de recalificación.
ORSOL	CARROCERÍA ORSOL	Quito, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Octubre 18, 2007	Debe realizar proceso de recalificación
CAMENU	CARROCERÍA CAMENU	Ambato Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFACADA	Octubre 25, 2007	Debe realizar proceso de recalificación
CUENCA	CARROCERÍA CUENCA	Ambato, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Diciembre 11, 2007	Debe realizar proceso de recalificación
VASQUEZ	CARROCERÍA VASQUEZ	Quito, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Enero 02, 2008	Debe realizar proceso de recalificación
MAYORGA	CARROCERÍA MAYORGA	Riobamba, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Enero 02, 2008	Debe realizar proceso de recalificación
INMAY	CARROCERÍA INMAY	Cuenca, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Mayo 23, 2008	Debe realizar proceso de recalificación
MASTERCAR	CARROCERÍA MASTERCAR	Quito, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Agosto 12, 2008	Debe realizar proceso de recalificación
M&L	CARROCERÍA M&L	Ambato, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Agosto 14, 2008	Debe realizar proceso de recalificación
JÁCOME	CARROCERÍA JÁCOME	Ambato, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Agosto 09, 2008	Debe realizar proceso de recalificación
IMEG	CARROCERÍA IMEG	Quito, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Octubre 22, 2008	Debe realizar proceso de recalificación
ALTAMIRANO	VARROCERÍA ALTAMIRANO	Ambato Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFACADA	Octubre 29, 2008	Debe realizar proceso de recalificación
OLIMPICA LATACUNGA	CARROCERÍA OLIMPICA	Latacunga, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFACADA	Noviembre 14, 2008	Debe realizar proceso de recalificación

**LISTADO DE EMPRESAS CALIFICADAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE
CARROCERÍAS POR PARTE DE LAS ESCUELAS POLITÉCNICAS EN BASE
DEL CONVENIO CON LA EMMOP-Q**

SILVA	CARROCERÍA SILVA	Sangolqui, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADAPROVISIONALMENTE	Noviembre 18, 2008	Debe realizar proceso de recalificación
METALBUS	CARROCERÍA METALBUS	Ambato, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Febrero 03, 2009	Debe realizar proceso de recalificación
REINOSO	CARROCERÍA REINOSO	Quito, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Febrero 13, 2009	.Debe realizar proceso de recalificación
ECUABUSS	CARROCERÍA ECUABUSS	Ambato, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Junio 10, 2009	Debe realizar proceso de recalificación
PILLAPA	CARROCERÍA PILLAPA	Ambato, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Julio 01, 2009	Debe realizar proceso de recalificación
VARGAS	CARROCERÍA VARGAS	Ambato, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Julio 06, 2009	Debe realizar proceso de recalificación
IMPEDSA	CARROCERÍA IMPEDSA	Ambato, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Agosto 07, 2009	Debe realizar proceso de recalificación
ZAMORA	CARROCERÍA ZAMORA	Sangolquí, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Septiembre 14, 2009	
DAVMOTOR Cia. Ltda.	CARROCERÍA MARIELBUS	Ambato, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Septiembre 14, 2009	
VARMA	CARROCERÍA VARMA S.A.	Ambato, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Septiembre 21, 2009	
IMETAM	IMETAM COMPAÑÍA ANÓNIMA	Quito, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Noviembre 27, 2009	
PATRICIO CEPEDA	CARROCERÍA PATRICIO CEPEDA	Ambato, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Diciembre 10, 2009	
PAPERS	METÁLICAS PAPERS	Ambato, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Diciembre 10, 2009	
IMPA	CARROCERÍA IMPA	Ambato, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Diciembre 10, 2009	
IMCE	INDUSTRIA METÁLICA CEPEDA	Ambato, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Diciembre 30, 2009	

**LISTADO DE EMPRESAS CALIFICADAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE
CARROCIERÍAS POR PARTE DE LAS ESCUELAS POLITÉCNICAS EN BASE
DEL CONVENIO CON LA EMMOP-Q**

IBIMCO	CARROCIERÍAS IBIMCO	Ambato, Ecuador	Carrociérías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Diciembre 30, 2009	
MIRAL	CARROCIERÍA MIRAL	Ambato, Ecuador	Carrociérías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Marzo 10, 2010	
ECUACAR	CARROCIERÍA ECUACAR	Pifo, Ecuador	Carrociérías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Marzo 05, 2010	
CAPABA	CARROCIERÍA CAPABA	Ambato, Ecuador	Carrociérías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Mayo 10, 2010	
SERMAN	CARROCIERÍA SERMAN	Ambato, Ecuador	Carrociérías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Mayo 25, 2010	
JACOME	CARROCIERÍA JACOME	Ambato, Ecuador	Carrociérías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Mayo 25, 2010	
ICEDCA	CARROCIERÍA ICEDCA	Guayaquil, Ecuador	Carrociérías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA PROVISIONAL MENTE	Julio 05, 2010	
PICOSA	CARROCIERÍAS PICOSA	Ambato, Ecuador	Carrociérías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Julio 20, 2010	
CEPEDA CIA. LTDA.	CARROCIERÍA CEPEDA	Ambato, Ecuador	Carrociérías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Julio 20, 2010	
FABICAR	CARROCIERÍA FABICAR	Quito, Ecuador	Carrociérías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Agosto 06, 2010	
AMBATOUR	CARROCIERÍA AMBATOUR	Quito, Ecuador	Carrociérías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Agosto 27, 2010	
AMBATOUR	CARROCIERÍA AMBATOUR	Sto. Domingo de los Tsáchilas, Ecuador	Carrociérías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CONDICIONADA	Agosto 30, 2010	
JC LLERENA	CARROCIERÍA JC LLERENA	Quito, Ecuador	Carrociérías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Septiembre 06, 2010	
CAR LUIS	CARROCIERÍA CAR LUIS	Quito, Ecuador	Carrociérías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Septiembre 10, 2010	

**LISTADO DE EMPRESAS CALIFICADAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE
CARROCERÍAS POR PARTE DE LAS ESCUELAS POLITÉCNICAS EN BASE
DEL CONVENIO CON LA EMMOP-Q**

VELEZ	CARROCERÍA VELEZ	Quito, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Septiembre 10, 2010	
PAREGO	CARROCERÍA PAREGO	Ambato, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Septiembre 10, 2010	
PEDROTTI	CARROCERÍA PEDROTTI	Quito, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA	Septiembre 10, 2010	
OLYMPIA	CARROCERÍA OLYMPIA	Quito, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CALIFICADA PROVISIONAL MENTE	Febrero 10, 2010	Excedió el plazo de obtención de calificación
HERRERA	CARROCERÍA HERRERA	Quito, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CONDICIONADA	Junio 30, 2009	Excedió el plazo de obtención de calificación
OLIMPICA CUENCA	CARROCERÍA OLIMPICA CUENCA	Cuenca, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CONDICIONADA	Febrero 13, 2009	Excedió el plazo de obtención de calificación
BUSCAR'S	CARROCERÍA BUSCAR'S	Guayaquil, Ecuador	Carrocerías para bus tipo urbano, interparroquial, transporte escolar y turismo (bus, microbús)	CONDICIONADA	Diciembre 14, 2009	Excedió el plazo de obtención de calificación

***AL TENER EL STATUS DE CONDICIONADA, LA EMPRESA TIENE UN PLAZO DE 45 DIAS PARA OBTENER EL STATUS DE CALIFICADA.**

**** AL TENER EL STATUS DE CALIFICADA PROVISIONALMENTE, LA EMPRESA TIENE UN PLAZO DE 3 MESES PARA OBTENER EL STATUS DE CALIFICADA.**

LAS EMPRESAS CARROCERAS DEBERÁN EFECTUAR EL PROCESO DE RECALIFICACIÓN ANUALMENTE, FENECIDO ESTE PLAZO, NO PODRÁN FABRICAR CARROCERÍAS.

***Última actualización: Miércoles 15 de Septiembre de 2010**

Anexo 2

TIPO	INSTITUCIÓN	DENOMINACIÓN	NOMBRE APELLIDO	TELÉFONO OFICINA/DOMICILIO	CIUDAD/CANTÓN
Cámara de Carroceros	Car Buss	Ingeniero	Carlos Rosero	2400305	Ambato
Cámara de Carroceros	Carrocerías ALME	Señor	Alberto Medina	2440201	Ambato
Cámara de Carroceros	Carrocerías Altamirano	Ingeniero	Aníbal Altamirano	2442260 - 2442243	Ambato
Cooperativa de Carroceros	Carrocerías Capaba	Ingeniero	Carlos Paredes	2854099	Ambato
Cámara de Carroceros	Carrocerías Cepeda Cia. Ltda.	Ingeniera	Tatiana Cepeda	2846451 - 2416679	Ambato
Cooperativa de Carroceros	Carrocerías CEP SAN	Señor	César Pico	2842412 - 2847593	Ambato
Cooperativa de Carroceros	Carrocerías COPSA	Ingeniero	Ernesto Copo Sánchez	2441064 - 2	Ambato
Cooperativa de Carroceros	Carrocerías Criesco	Señora	Mary Lucila Pico	2440899	Ambato
Cooperativa de Carroceros	Carrocerías DvMotor	Ingeniero	David Paredes	2476126	Ambato
Cámara de Carroceros	Carrocerías Ecuabuss	Señor	Ignacio Vargas	2445131	Ambato
Cooperativa de Carroceros	Carrocerías Fabri Car	Señor	Fabrizio Barrionuevo	2410169	Ambato
Cooperativa de Carroceros	Carrocerías Gordon	Señor	Rómulo Gordón	2846102	Ambato
Cámara de Carroceros	Carrocerías IMCE	Señor	Ramiro Cepeda Logroño	2445234	Ambato

Cámara de Carroceros	Carrocerías IMCE - Clúster Carrocero	Ingeniera	Rocío Jara de Cepeda		Ambato
Cooperativa de Carroceros	Carrocerías IMPA	Señor	Edison Paredes	2450471	Ambato
Cooperativa de Carroceros	Carrocerías Jácome	Ingeniero	Luis Antonio Jácome Cruz	2451093	Ambato
Cooperativa de Carroceros	Carrocerías Leman's	Ingeniero	Enrique Lema	2440351	Ambato
Cooperativa de Carroceros	Carrocerías Los Andes	Señor	David Quiroga	2855856	Ambato
Cámara de Carroceros	Carrocerías Metálicas Cuenca	Ingeniero	Carlos Francisco Zhagui Pinos	2842906	Ambato
Cooperativa de Carroceros	Carrocerías MYL	Señor	Milton Eduardo López Vargas	2852938	Ambato
Cooperativa de Carroceros	Carrocerías Páez	Ingeniero	Carlos Páez		Ambato
Cámara de Carroceros	Carrocerías Parego	Ingeniero	Sebastián Paredes	2476375	Ambato
Cámara de Carroceros	Carrocerías Patricio Cepeda	Ingeniera	Alejandra Cepeda	2415595 - 2841117	Ambato
Cooperativa de Carroceros	Carrocerías Pérez	Ingeniero	Rafael Pérez	2441086	Ambato
Cooperativa de Carroceros	Carrocerías Pillalpa	Ingeniero	Carlos Gustavo Pillalpa		Pelileo
Cooperativa de Carroceros	Carrocerías San Francisco	Señor	Francisco Chariguama		Puyo
Cooperativa de Carroceros	Carrocerías Sanabria	Señor	Iván Sanabria	2412429 2441391	Ambato

Cooperativa de Carroceros	Carrocerías Santa Cruz	Señor	Juan Santa Cruz	2849238	Ambato
Cooperativa de Carroceros	Carrocerías Cemag	Señor	César Aucatome	2441505	Ambato
Cámara de Carroceros	Carrocerías Serman	Señor	Carlos Jácome Cepeda	2442307	Ambato
Cooperativa de Carroceros	Carrocerías Solís SCS	Ingeniero	Gustavo Solís López	2521083	Ambato
Cooperativa de Carroceros	Carrocerías Vargas	Señor	Héctor Vargas	2843991	Ambato
Cámara de Carroceros	Carrocerías Varma	Ingeniero	Santiago Vargas	2854422 - 2450599	Ambato
Cámara de Carroceros	Carrocerías Varma	Ingeniero	Luis A. Vargas M.	2854422	Ambato
Cooperativa de Carroceros	Cooperativa Producción Carroceros	Licenciado	Telmo Moyano	2843872 - 2849728	Ambato
Cámara de Carroceros	IBIMCO	Señor	Geovanny Constante	2854477	Ambato
Cooperativa de Carroceros	IMAJ	Señor	Justo Altamirano	2754285	Ambato
Cooperativa de Carroceros	IMPEDSA	Ingeniero	Pedro Santos	2412807 - 2849728	Ambato
Cooperativa de Carroceros	Manser	Señor	Manuel Altamirano	2486025	Ambato
Cooperativa de Carroceros	Metálicas Paper's	Señor	Luis Patricio Pérez Velasteguí	2410570 - 2852148	Ambato
Cámara de Carroceros	PICOSA	MBA	Fanny Barrionuevo	2844769	Ambato

Anexo 3

COSTO DE MATERIALES EXTRAS BUS URBANO			
DESCRIPCION	CANTIDAD	V. UNITARIO	COSTOS
ABRAZADERA 4	2	1.33	2.65
ACEITE QUEMADO	2	3.08	6.15
ADHESIVO JUEGO ASIENTOS	1	5.00	5.00
ADHESIVO LOGO PICOSA	4	5.00	20.00
ALAMBRE MIG 15KL.	4.7	34.84	163.76
ALARMA RETRO 24V	2	7.16	14.33
AMPLIFICADOR 24V	1	95.00	95.00
ANGULO 1 1/2X1/4	1.7	3.56	6.05
ANGULO 1 1/4X1/8	1.3	1.83	2.38
ANGULO 1 1/2X1/8	3	1.83	5.48
ANGULO 1X1/8	6	1.10	6.59
ANTENA DE RADIO	1	2.68	2.68
AUTOSEAL O BATE PIEDRA	40	1.52	60.96
AVIAFLEX 6TO-00001	8	3.21	25.71
BARNIZ POLIURETANO	2.5	17.63	44.06
BARREDERA PLOMA	29	1.10	31.90
BISAGRA 1 1/2*2	2	0.08	0.16
BISAGRA 3*3	3	1.00	2.99
BISAGRA MARCO POLO	2	7.18	14.36
BLOQUEO DE AIRE	8	11.91	95.26
BOMBILLO GRANDE 24V 1P	6	0.61	3.63
BOMBILLO GRANDE 24V 2P	4	0.63	2.51
BOMBILLO MEDIANO 24V 1P	48	0.40	19.39
BOMBILLO PEQUEÑO 24V	25	0.32	7.90
BOQUILLA METALICA 2P	4	0.38	1.52
BOSTER DE MASCARILLA	2	37.63	75.26
BOSTER DE PUERTA	2	33.10	66.21
BRAZO BUSSCAR	2	138.38	276.75
BRAZO PLUMA GRANDE	2	28.57	57.14
BRAZO-AMORTIGUADOR 420N	2	15.90	31.80
BRAZO-AMORTIGUADOR 640N	16	13.84	221.44
BRAZO-AMORTIGUADOR 640N	16	14.94	239.01
BREKER 30*32 AMP	1	5.66	5.66
BROCA 1/4	2	0.89	1.78
BROCA 1/8	4.4	0.38	1.65

BROCA 3/16	18.1	0.58	10.41
BROCA 3/8	2	2.33	4.65
BROCA 5/16	1	1.26	1.26
BROCA 5/32	6.4	0.57	3.62
BROCA 7/16	0.1	3.71	0.37
BROCA 9/64	33.5	0.58	19.36
BROCHAS 1/2	3.6	0.36	1.28
BROCHAS 3	6.3	1.88	11.82
BROCHAS 4	4.6	2.54	11.67
CABLE COAXIAL	11	0.28	3.08
CABLE FLEXIBLE # 12	48	0.35	16.61
CABLE FLEXIBLE # 14	268	0.22	58.69
CABLE FLEXIBLE # 16	157	0.15	24.18
CABLE FLEXIBLE # 18	100	0.12	12.10
CABLE GEMELO 2*18	134	0.22	30.02
CABLE GEMELO 2*20	21.5	0.16	3.50
CABLE MICROFONO MT	25	0.59	14.85
CADENA 1/4 GALVANIZADA	1.2	2.15	2.58
CAMARA VIGILANCIA	2	74.09	148.18
CANALES 50X25X2MM	24	1.14	27.24
CANALES 80X40X2	42	1.83	76.90
CARTULINA PLIEGO	15	0.25	3.75
CATALIZADOR 3555	2	12.30	24.60
CATALIZADOR RAPIDO 210	8.25	26.70	220.23
CAUCHO #329	2.2	2.13	4.69
CAUCHO IC 519	9	1.68	15.10
CAUCHO LUZ SALON	31	0.68	20.93
CAUCHO PANORAMICO	0.5	2.86	1.43
CAUCHO PLATINA ANCHO	29	0.93	26.94
CAUCHO RUDON GRIS	2	1.69	3.38
CAUCHO TUBULAR DE 220 CM	1.1	1.49	1.64
CAUCHO TUBULAR CEJA PLEGABLE	47	1.68	78.91
CAUCHO TUBULAR GRANDE	14.5	3.98	57.71
CAUCHO TUBULAR ORIGINAL	2.2	2.92	6.43
CAUCHO U ALETA 4MM.	2	0.65	1.30
CAUCHO VENUS 2.5MM-5FI-01	1	14.45	14.45
CEMENTO DE CONTACTO (IZARCOL)	55	2.40	132.17
CERA ABRILLANTADOR	0.01	12.88	0.13
CERA BLANCA SACHET	2.3	1.78	4.08
CERA DESMOLDANTE	0.1	11.78	1.18

CERA POLWAX	0.4	1.86	0.74
CERNIDERA PARA PINTURA	20	0.15	2.98
CHAPA BUSSCAR EXAGONAL	8	17.70	141.61
CHAPA BUSSCAR EXAGONAL	8	17.70	141.61
CHAPA BUSSCAR VW	1	26.20	26.20
CHAPA CUADRADA NEGRA	1	16.96	16.96
CHAPA LANFOR	1	14.28	14.28
CHAPA TRIANGULAR	9	2.85	25.64
CHAPA VOLSKVAGUEN	1	8.04	8.04
CHAPETA DE VENTANA M.P	4	2.07	8.27
CINTA EMBALAJE TRANSPARENTE	3.6	1.18	4.26
CLARABOYAS NORMALES	2	98.21	196.42
COBALTO	0.94	20.20	18.99
CONSOLAS DE FIBRA	1	156.25	156.25
COROSIL AZUL 6AY06	33.6	6.52	218.97
CORREA PLASTICA 20CM	170	0.05	7.82
CORREA PLASTICA 20CM	170	0.05	7.82
CORREA PLASTICA 30CM	340	0.06	20.74
CORREA PLASTICA 30CM	340	0.06	20.74
COULKING PEGA PLOMA	8.25	3.91	32.22
CUCUYA CONCHA AMARILLA 2146 D	4	5.74	22.97
CUCUYA M.P.ALTA COSTADO COLOR	4	4.04	16.14
CUCUYA OVALADA AMARILLA	6	3.85	23.10
CURVA VENTANA INTERPROV.	54	1.00	54.00
DESENGRASANTE ORANGE	1	4.38	4.38
DESENGRASANTE POLIURETANO	1	2.40	2.40
DESMOLDANTE	1	1.91	1.91
DESOXIDANTE SUFOX	10	2.03	20.32
DIESEL	16	0.22	3.57
DIFUSOR GAS MIG 253 COD.1496	0.7	3.55	2.49
DIFUSOR METALICO 1512 MIG	0.5	12.00	6.00
DIOXIDO DE CARBONO	5	22.19	110.93
DIOXIDO DE TITANIO	2.5	3.18	7.94
DISCO DE CORTE 14"*3/32	7	4.89	34.23
DISCO DE CORTE 4"1/2*1/4*7/8	0.4	1047.00	418.80
DISCO DE PULIR 41/2*1/4*7/8	0.7	1.46	1.02
DISCO DE PULIR 7*1/4*7/8	11.6	2.06	23.92
DVD LG	1	56.25	56.25
EJE 3/4	0.25	4.07	1.02
EJE 3/8	12.2	1.15	13.98

EJE 5/8	0.05	4.19	0.21
EJES DE PLUMAS	2	17.72	35.44
ELECTRODO 60-11	7	1.28	8.95
ELECTRODO LARGOS PLASMA	7.4	3.19	23.64
ENCHUFE SIMPLE	1	0.62	0.62
ESCOBILLA PUERTA 2MT	0.8	6.58	5.27
ESPEJO OVALADO INTERIOR	1	14.61	14.61
ESPEJO RED.CONCAVO INTER. PEQ.	1	10.41	10.41
ESPONJA NEGRA 3CM	0.5	6.06	3.03
ESPUMAFLEX 5CM	8	8.48	67.87
ESTAÑO ROLLO=30MTS.	0.6	0.33	0.20
ESTIRENO MONOMERO	94.23	1.85	174.04
FARO DIRECCIONAL MARCO POLO AM	2	4.80	9.60
FARO IRIZAR DERECHO 6061	1	78.96	78.96
FARO IRIZAR IZQUIERDO 6060	1	73.32	73.32
FARO LUZ PILOTO LED	9	2.23	20.07
FARO LUZ RECTANGULAR LED	3	4.14	12.41
FARO POSTERIOR IRIZAR DERECHO	1	99.54	99.54
FARO POSTERIOR IRIZAR IZQUIERD	1	100.00	100.00
FARO RED. LED 12CM VARIOS COLO	2	13.96	27.92
FELPA 667 IC	19	1.23	23.43
FIBRA DE VIDRIO 380	80.97	2.23	180.56
FONDO 9213	6.5	8.50	55.25
FONDO PRIMER 565	11	13.34	146.73
FONDO PRIMER LACA GRIS	3	2.70	8.11
FONDO ROJO ANTICORROSIVO	41.5	2.34	97.28
FONDO UNIPRIMER GRIS	8	5.45	43.56
FONDO WASH PRIMER 625 SK	8	5.17	41.37
FUSIBLE DE PLASTICO 15 AMPERIO	29	0.10	2.99
FUSIBLE DE PLASTICO 25 AMPERIO	2	0.06	0.12
FUSIBLE DE VIDRIO 15 AMPERIOS	2	0.15	0.29
Gafa BLACE O LENTE CLARO	5.6	2.24	12.53
GANCHO CORTINA PLASTICA	59	0.25	14.51
GASOLINA	9	0.33	2.97
GASOLINA	9	0.33	2.97
GATA HIDRAULICA 6 TONELADAS	1	16.91	16.91
GEL PARA MIG	0.1	13.39	1.34
GRAPA 7-10	60	0.03	1.98
GRASA	0.5	0.98	0.49
GUANTE CAUCHO	6.3	1.05	6.62

GUANTE CAUCHO VERDE	4.1	2.45	10.05
GUANTE DE CUERO LARGO	4	4.46	17.82
GUANTE QUIRURGICOS NITRILO	1.8	0.21	0.39
GUARDAPOLVOS PICOSA	2	9.96	19.92
HALOGENO 24V H3	4	3.44	13.76
INVERSOR 250W 24V	1	140.00	140.00
INVERSOR DE 24V	2	7.52	15.03
INVERSOR RADIO 24/12V 30A	2	88.75	177.50
LANA DE ACERO	2	0.33	0.65
LANA DE VIDRIO CON ALUMINIO (3	1	3.74	3.74
LETRERO ELECTRONICO PEQUEÑO 24	1	500.00	500.00
LICUADORA CON NEON Y LED	2	129.46	258.92
LIJA DE AGUA # 100	10	0.25	2.50
LIJA DE AGUA #1500	4	0.39	1.55
LIJA DISCO # 36	56	0.50	28.06
LIJA DISCO # 36	56	0.50	28.11
LIJA DISCO VELCRO # 220	82	0.30	24.68
LIJA DISCO VELCRO # 320	30	0.30	9.00
LIJA DISCO VELCRO # 80	122	0.36	44.29
LIJA EN ROLLO # 36	4.8	3.03	14.55
LIJA SECO # 220	9	0.22	1.97
LIJA SECO # 400	4	0.23	0.90
LIJA SECO # 80	5	0.26	1.30
LIMPION WYPALL	5	0.08	0.42
LIQUIDO HIDRAULICO	5	4.58	22.92
LLAVE EXAGONAL 3/8	1	1.45	1.45
LLAVE EXAGONAL 5/16 (8MM)	1	0.91	0.91
LLAVE TRIANGULAR	2	1.77	3.55
LUMINARIA INTERNA 3MT	6	85.24	511.42
LUNA OVALADA CON BASE	1	17.52	17.52
LUZ LECTURA CON LED	24	24.14	579.38
LUZ GRADA-2125	3	3.57	10.71
LUZ STOP 24V 7396	1	6.00	6.00
MADERA DURATRIPLEX 15MM	8	43.47	347.73
MADERA TRIPLEX 9MM	3	19.25	57.75
MALLA DELGADA	1.5	2.36	3.53
MANGUERA 5/8	1.5	3.58	5.37
MANGUERA 7/8	1.5	4.67	7.01
MANGUERA DE AIRE 4"	0.3	43.18	12.95
MANGUERA ESPAGUETTI # 6	25	0.12	2.88

MANGUERA ESPAGUETTI # 14	25.5	0.33	8.31
MANGUERA ESPAGUETTI # 30	15	0.79	11.81
MANGUERA PLASTICA 1/4	135	0.75	101.66
MANGUERA SURTIDOR AGUA	2.5	0.80	1.99
MANILLA CHOFER	1	16.16	16.16
MANILLA CROMADAS GRANDES	4	7.11	28.42
MANILLA CROMADAS PEQUEÑA	2	5.43	10.86
MASCARILLA DESECHABLE SIMPLE	58.3	0.67	38.77
MASILLA PLASTICA	94	3.71	349.12
MASILLA POLIESTER	1	5.83	5.83
MASKING 1/2	1.2	0.47	0.56
MASKING 1/4 (6MM)	2.3	0.50	1.15
MASKING 3/4 3M	4.8	1.26	6.06
MASQUIM 2	3.4	1.46	4.97
MASQUIM 3/4	51.6	0.75	38.85
MECANISMO DE PUERTA	1	37.50	37.50
MEK PEROXIDO	2.83	5.05	14.30
MONITOR DE 7	1	195.20	195.20
MOTOR DE AIRE FORZADO	6	89.81	538.84
MOTOR PLUMAS 24V	2	71.43	142.86
NEBLINERO OVALADO GRANDE JF108	2	20.01	40.01
NEBLINERO REDONDO PEQUEÑO	2	10.27	20.54
NEPLO CASQUILLO 1/4	50	0.18	8.95
NEPLO CODO 1/4 BRONCE	22	1.07	23.54
PAPEL PERIODICO	12	0.09	1.08
PAPEL ROBERLO	102	0.18	18.77
PARABRISAS POSTERIOR VLA-526	1	178.50	178.50
PARABRISAS VLA-COL-512 DR IRIZ	1	260.19	260.19
PARABRISAS VLA-COL-512 IZ IRIZ	1	260.14	260.14
PARLANTES 6.5" (16CM)	6	12.49	74.96
PEGA BLANCA	0.2	1.51	0.30
PEGA SUPERBONDER	23	1.65	37.97
PERFIL 1166 MARCO VENTANA	6.4	2.75	17.57
PERFIL 1184 NEGRO	21.2	0.72	15.31
PERFIL 1187 NEGRO	22.4	0.85	18.93
PERFIL 1328 NATURAL FILO GRADA	8.1	1.56	12.64
PERFIL 1328 NEGRO	19.2	1.59	30.49
PERFIL 1727 NEGRO	13.4	1.42	19.07
PERFIL 1747 NEGRO	2	0.71	1.42
PERFIL 2468 NATURAL PLANCHA	10.4	0.52	5.43

PERFIL TUBO OVALADO ALUMINIO	19.2	2.23	42.85
PERNO 1/2*4 ACERADO	8	0.40	3.23
PERNO 1/2X1 1/2 ACERADO	60	0.66	39.42
PERNO 1/2X2 1/2 ACERADO	4	0.76	3.03
PERNO 1/2X2 1/2 ALLEN	8	0.99	7.90
PERNO 1/2X2 ACERADO	8	0.57	4.54
PERNO 1/4X1 1/2 ACERADO	36	0.10	3.67
PERNO 1/4X1 ACERADO	148	0.07	10.80
PERNO 1/4X1 CABEZA DE COCO	68	0.07	4.83
PERNO 1/4X2 1/2 ACERADO	5	0.24	1.19
PERNO 1/4X2 CABEZA DE COCO	34	0.16	5.37
PERNO 1/4X3 ACERADO	10	0.24	2.41
PERNO 1/4X3/4 ACERADO	87	0.09	7.83
PERNO 1/4X3/4 ACERADO	87	0.09	7.83
PERNO 3/4X2 1/2 ACERADO	1	2.05	2.05
PERNO 3/8X1 1/2 ACERADO	60	0.26	15.48
PERNO 3/8X1 ACERADO	64	0.21	13.38
PERNO 3/8X2 1/2 ACERADO	2	0.15	0.31
PERNO 3/8X2 ACERADO	7	0.10	0.70
PERNO 3/8X3 1/2 ACERADO	3	0.46	1.38
PERNO 3/8X3 ACERADO	5	0.14	0.70
PERNO 3/8X4 ACERADO	16	0.63	10.13
PERNO 3/8X5 ACERADO	6	0.24	1.44
PERNO 5/16X1 1/2 ACERADO	36	0.16	5.90
PERNO 5/16X1 1/2 CABEZA DE COC	6	0.18	1.10
PERNO 5/16X1 ACERADO	54	0.14	7.78
PERNO 5/16X1 CABEZA COCO	24	0.19	4.61
PERNO 5/16X2 1/2 ACERADO	6	0.23	1.40
PERNO 5/16X2 ACERADO	6	0.20	1.17
PERNO 5/16X3 ACERADO	2	0.30	0.59
PERNO 5/16X3/4 ACERADO	15	0.12	1.79
PERNO 7/16X1 1/2 ACERADO	28	0.15	4.20
PERNO 7/16X2 ACERADO	6	0.15	0.87
PERNO 7/16X3 1/2 ACERADO	16	0.61	9.78
PERNO 7/16X3 ACERADO	16	0.21	3.36
PERNO M6X12	10	0.11	1.10
PIGMENTO BLANCO	1.5	7.62	11.43
PIGMENTO NEGRO	0.69	3.89	2.68
PIGMENTO ROJO	0.75	18.52	13.89
PINCEL # 4	1.1	0.14	0.15

PINTURA LACA ALUMINIO	5	4.29	21.47
PINTURA LACA NEGRO BRILLANTE	2	3.86	7.72
PINTURA LACA NEGRO MATE	3	4.51	13.54
PINTURA POLIURETANO ALUMINIO	0.5	54.49	27.24
PINTURA POLIURETANO BLANCO	4.25	17.42	74.01
PINTURA POLIURETANO GRIS CLARO	4.5	14.06	63.25
PINTURA POLIURETANO NEGRO	1	16.50	16.50
PINTURA POLIURETANO VD CLARO	6.5	23.03	149.71
PINTURA SINTETICO ALUMINIO FIN	2	4.02	8.04
PITO MIXTO DE CORNETA	1	0.00	0.00
PLANCHA ALUMINIO CORRUGADO 3MM	0.5	96.86	48.43
PLANCHA BOBINA ALUCINK 1MM	925	1.14	1058.20
PLANCHA EXPANDIDA 1.5 MM	0.2	41.96	8.39
PLANCHA GALVANIZADA 1.4MM (1/1	12	33.48	401.71
PLANCHA NEGRA 0.9MM (1/25)	14	17.49	244.92
PLANCHA NEGRA 2MM (1/12)	3.75	37.15	139.31
PLANCHA NEGRA 3MM (1/8)	0.25	55.90	13.97
PLANCHA NEGRA 6MM (1/4)	1.25	121.79	152.24
PLASTICO 3M	22	0.37	8.05
PLATINA 1 1/2X 1/4	3	1.81	5.42
PLATINA 1 1/4X1/4	3.6	1.46	5.26
PLATINA 1 1/2X1/8	1	0.92	0.92
PLATINA 1 1/4X3/16	2.1	0.87	1.83
PLATINA 1/4X3/4	7.25	0.99	7.16
PLATINA 1/8X3/4	9	0.47	4.23
PLATINA 1X1/4	6	1.20	7.19
PLATINA 1X1/8	7.5	0.61	4.54
PLUG ANTENA MACHO	1	0.36	0.36
PLUMAS	2	7.57	15.13
PORTAFUSIBLE COLGANTE	3	0.67	2.00
PULIMENTO	0.3	5.86	1.76
PUNTA DE ESTRELLA P2	9.8	1.17	11.42
PUNTA DE ESTRELLA P3	2.4	1.60	3.84
RADIO MP3. CD Y MEMORY FLASH	1	137.33	137.33
RELAY 24V	2	3.14	6.27
REMACHE ALUMINIO 3/16X1/2	120	0.01	1.20
REMACHE GOLPE 3/16X1/2	150	0.03	3.75
REMACHE GOLPE 3/16X3/4	16	0.03	0.46
REMACHE GOLPE 3/8X3/4	18	0.14	2.59
REMACHE POP 1/8X1/2	460	0.01	4.14

REMACHE POP 3/16X3/4	50	0.02	1.05
REMACHE POP 3/16X5/8	910	0.02	20.93
REMACHE POP 5/32X1/2	285	0.01	2.28
REMACHE POP 5/32X3/8	15	0.01	0.15
REMACHE POP 5/32X5/8	48	0.02	0.72
REMOVEDOR DE PINTURA	1.5	3.61	5.41
RESINA POLIESTER	188.46	2.37	446.65
RESORTE MIG 1495	0.6	1.81	1.09
RESORTE VENTOLERA GRANDE	8	0.55	4.36
RODELA PLANA 1/2 GALVANIZADA	85	0.12	9.78
RODELA PLANA 1/4 GALVANIZADA	333	0.05	15.98
RODELA PLANA 3/16 GALVANIZADA	33	0.02	0.63
RODELA PLANA 3/8 GALVANIZADA	150	0.06	9.30
RODELA PLANA 5/16 GALVANIZADA	179	0.05	8.23
RODELA PLANA NIQUELADA # 8	50	0.02	0.95
RODELA PRESION 1/2 GALVANIZADA	87	0.02	1.74
RODELA PRESION 1/4 GALVANIZADA	426	0.04	17.04
RODELA PRESION 3/8 GALVANIZADA	43	0.04	1.63
RODELA PRESION 5/16 GALVANIZAD	149	0.02	3.43
ROTULA DE PUERTA	1	24.50	24.50
RULIMAN 6200	1	3.93	3.93
RULIMAN 6202	2	2.50	5.00
SEGUROS DE GAVETA	6	7.26	43.54
SIERRA SANFLEX	10.3	1.33	13.67
SIKA KORASOLV CR	2.32	29.10	67.51
SIKA LASTOMER SALCHICHA	4	7.92	31.66
SIKA PRIMER 206 G+P	0.25	72.69	18.17
SIKAFLEX 221 GRIS SALCHICHA	4	9.33	37.32
SIKAFLEX 221 GRIS TUBO	6	5.60	33.60
SIKAFLEX 252 NEGRO SALCHICHA	63	11.08	698.04
SIKAFLEX 256 NEGRO TUBO	14	7.58	106.06
SOPORTE DE CORTINA	11	0.66	7.28
SOPORTE DE PASAMANO CANASTILLA	21	1.85	38.85
SOQUETS 2P HEMBRA 020	3	0.32	0.95
SOQUETS 2P MACHO 020	3	0.37	1.10
SOQUETS 4P HEMBRA	2	0.53	1.06
SOQUETS 4P MACHO	2	0.54	1.08
SOQUETS 6P HEMBRA 023	28	0.70	19.71
SOQUETS 6P MACHO 023	28	0.70	19.71
SOQUETS RELAY 053	2	0.70	1.39

SPRAY ALUMINIO	2	1.67	3.35
SPRAY NEGRO	2	1.65	3.31
SWICHT 1 TIEMPO MERCEDES	1	2.44	2.44
SWITCH DIGITAL ELECTRONICO	1	419.64	419.64
TACK CLOTH	6	1.03	6.20
TAIPE	17	0.58	9.91
TALCO CHINO	10	0.41	4.06
TANQUE DE AGUA 24V	1	16.65	16.65
TAPA PLASTICA BL-NG-PL	8	0.04	0.29
TAPA PLASTICA PERNO 3/16	36	0.07	2.52
TAPA TUERCAS 1/4	47	0.04	1.88
TAPON TORNILLO AZUL	50	0.04	2.00
TEE 1/4 BRONCE	12	2.23	26.78
TEFLON	2.5	0.37	0.93
TELA ATOS 2124	70	4.81	336.70
TELA GOL 5159	6	4.81	28.86
TERMINAL 1/4	4	0.06	0.23
TERMINAL 3/16	46	0.06	2.67
TERMINAL HEMBRA HELA 042	28	0.04	1.06
TERMINAL MACHO 3054 043	40	0.05	1.88
TERMINAL TIPO ENCHUFE 023	20	0.05	0.98
THIÑER LACA	140	1.07	150.36
THIÑER MEDIO POLIURETANO	2.76	6.79	18.75
THIÑER RAPIDO POLIURETANO	10	6.11	61.06
TOBERA GAS 1492 MIG	1.5	5.49	8.24
TOBERA LARGA PROF 36 1395	7.3	2.65	19.35
TOBERA PORTACORRIENTE 1487 MIG	2.4	1.68	4.04
TOMA CORRIENTE EN CRUZ	1	0.68	0.68
TORNILLO 1/4X1 1/4 AVELLANADO	50	0.08	4.00
TORNILLO 12 X 1 CABEZA REDONDA	260	0.02	5.72
TORNILLO 12X1 1/2 CABEZA REDON	72	0.03	2.23
TORNILLO 8X1 AUTOPERFORANTE	625	0.02	12.50
TORNILLO 8X1 AVELLANADO	470	0.01	6.11
TORNILLO 8X1.1/2 AVELLANADO	243	0.02	4.62
TORNILLO 8X1/2 AVELLANADO	320	0.01	2.88
TORNILLO 8X1/2 CABEZA REDONDA	200	0.02	4.40
TORNILLO 8X2 AVELLANADO	20	0.03	0.60
TORNILLO 8X3/4 AVELLANADO	698	0.01	6.28
TORNILLO AUTORROSCANTE 1/4X1	10	0.05	0.50
TRABADOR DE TUERCA	1	12.56	12.56

TUBO REDONDO 1/2 EMT	6	1.09	6.52
TUBO REDONDO GALVANIZADO 1/2	18	1.26	22.73
TUBO REDONDO GALVANIZADO 3/4	24	1.73	41.52
TUBO REDONDO NEGRO 1"	4.2	2.01	8.45
TUBO REDONDO NEGRO 1.1/4	4.2	2.67	11.20
TUBO REDONDO NEGRO 1/2"	9	0.98	8.84
TUERCA 1/2 GALVANIZADA	69	0.13	8.63
TUERCA 1/4 GALVANIZADA	457	0.03	14.17
TUERCA 3/16 GALVANIZADA	29	0.03	0.84
TUERCA 3/4 GALVANIZADA	1	0.30	0.30
TUERCA 3/8 GALVANIZADA	144	0.07	9.79
TUERCA 5/16 GALVANIZADA	179	0.04	7.34
TUERCA 7/16 GALVANIZADA	72	0.13	9.29
TUERCA M6	10	0.02	0.20
UNION 8MM	2	1.15	2.29
VALVULA DE BLOQUEO	2	10.03	20.07
VARILLA LISA 1/2(12MM)	0.5	1.15	0.57
VARILLA LISA 1/4(6MM)	1	0.25	0.25
VARILLA LISA 3/4(18MM)	4.08	2.28	9.30
VARILLA LISA 5/16(8MM)	1.49	0.61	0.90
VIDRIO BLANCO PARA SOLDAR	13.1	0.04	0.58
VIDRIO NEGRO PARA SOLDAR	3.7	0.67	2.47
VINIL AZUL 6PY09	29	10.45	302.93
WAIPE PULIR	20.5	1.28	26.18
TOTAL			17929.61

Tabla 6.22. Costos de materiales extras BUS URBANO

Fuente: Carrocerías Picoso Ltda.

Autor: Daniel Hidalgo

Anexo 4

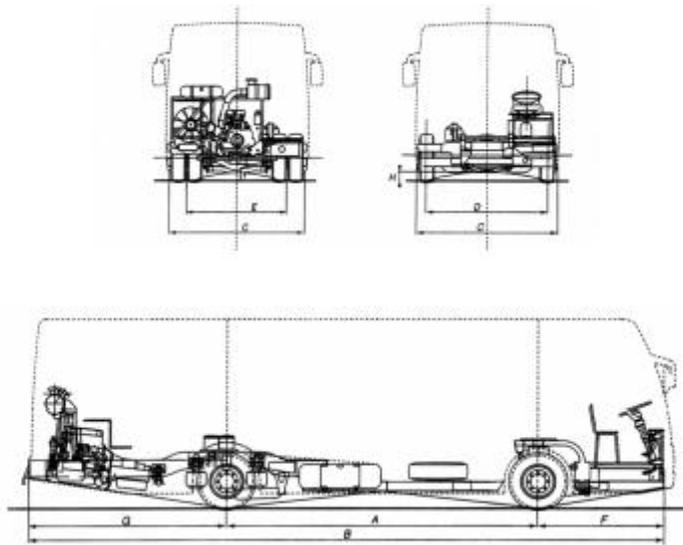


Modelo	MB OM-904 LA, con mando electrónico Euro III
Tipo	4 cilindros verticales en línea, turbocooler
Potencia máxima	(ISO 1585) 130 kW (177 cv) a 2.200 rpm
Par motor máximo	(ISO 1585) 675 Nm (69 mkgf) de 1.200 a 1.600 rpm
Cilindrada total	4.249 cm ³
Consumo específico	205 g/kWh (151 g/cvh) a 1.400 rpm
Filtro de aceite - tipo	Filtrado total, con elemento de papel
Filtro de aire - tipo	Seco - con elemento de papel
Sistema de enfriamiento	Por circulación de líquido refrigerante, con termostato
Unidad Inyectora	
Modelo	Inyector bomba
Tipo	4 inyectores individuales con control electrónico
Sistema de inyección	Directa controlada electrónicamente
Compresor	
Accionamiento / refrigeración	Por engranajes / a través de líquido refrigerante
Cilindrada	238 cm ³
Flujo de trabajo	520 lts./min. a 10 bar de contrapresión a 2.200 rpm
Transimision	
Caja de cambios	Automática - ALLISON T 270
Convertidor de par/relación del convertidor	TC-413 / 2,440

Relaciones de transmisión	$i = 3,49 / 1,86 / 1,41 / 1,00 / 0,75$ M. A.: 5,03
Marchas adelante	5
Caja de cambios (opcional)	Mecánica - MB G60 - 6/9,2 - 1,0
Relaciones de transmisión	$i = 9,201 / 5,230 / 3,145 / 2,034 / 1,374 / 1,00$ marcha atrás = 8,649
Marchas adelante	6
Embrague / diámetro (mm)	MF 395 - Monodisco seco, con accionamiento servo asistido
Ejes	
<i>Eje delantero</i>	
Modelo / Tipo	MB - VO 3 - 40 DL 6,5 / Puño
<i>Eje trasero</i>	
Modelo / Tipo	MB HH4 / 08 DL-10,5 / Carcaza Central con cañoneras clavadas
Reducción eje trasero (asociada con caja automática)	$i = 5,875 (47:8) /$ opcional $i = 5,222 (47:9)$
Reducción eje trasero (asociada con caja mecánica)	$i = 4,300 (43:10) /$ opcional $i = 4,778 (43:9)$
Suspensión	
Delantera	Neumática con 2 pulmones y tope limitador elástico dentro de los pulmones / 1 válvula reguladora de altura
Amortiguadores	2 telescópicos de doble efecto
Barra estabilizadora	Si
Trasera	Neumática con 4 pulmones y tope limitador elástico externo / 2 válvulas reguladoras de altura. 2 barras rectoras
Amortiguadores	Triangulares superiores
Barra estabilizadora	2 telescópicos de doble efecto
Chasis	
Bastidor – Tipo	Escalera, atornillado y con módulos soldados
Dimensiones del perfil	Zona baja: voladizo delantero tubo cuadrado 120 x 80 x 4,75 - módulo central tubo cuadrado 120 x 100 x 4,75 (M22 BKM - DIN 3965)
	Zona eje delantero: perfil "U" 216 mm x 63 mm x 6 mm (material: LNE 50)
	Zona eje trasero y voladizo trasero: perfil "U" 216mm x 75mm x 6mm (material: LNE 50)
<i>Ruedas y neumáticos</i>	
Llantas	7.50 x 22,5
Neumáticos	275/80 R 22,5
<i>Dirección</i>	
Dirección hidráulica	ZF 8097
Reducción	$i \text{ max} = 20.6 : 1$
Freno	

Freno de servicio	A aire comprimido de dos circuitos tambor en las ruedas delanteras y traseras
Área de frenado total:	
eje delantero (espesor / ancho de cinta)	2.129 cm ² (18 mm / 160 mm)
eje trasero	(espesor / ancho de cinta) 3.308 cm ² (18 mm / 220 mm)
Total	5.437 cm ²
ABS (Sistema antibloqueo)	Opcional
Frenos de estacionamiento	
Tipo /Accionamiento	Cámaras de muelles acumuladores / neumático
Actuación	En las ruedas traseras
Freno adicional	
Tipo	Freno motor + Top Brake
Accionamiento (selección a través de tecla)	Electroneumático Desactivado / Activado constante, actúa al soltar el acelerador / Activado en conjunto con el freno de servicio
Pesos y Capacidades (kgs.)	
Vacío sin carrocería, en orden de marcha (distancia entre ejes mm)	5,5
Eje delantero	1,26
Eje trasero	4,15
Total	5,41
Carga útil máxima (incluye carrocería)	10,59
Pesos Admisibles Técnicamente	
Eje delantero	6
Eje trasero	10,5
Peso Bruto Vehicular (PBV)	16
Volumenes de Abastecimiento	
Tanque de combustible	(l) 210 (plástico con llave)
Motor	
Cárter de aceite (máx. / mín.)	40162
Filtro de aceite	0,8
Caja de cambios	
Cárter + circuito exterior	27
Volumen para recambio	16
Eje trasero	
Carcaza del diferencial	11
Volumen para recambio	14
Dirección hidráulica	3,5

Sistema de refrigeración (sin calefacción)	28
Desempeño del Vehículo	
Caja automática ALLISON T 270 (TC-413) / Eje trasero MB - HH4 / 08 DL-10,5 / neumáticos 275 / 80R 22,5	i = 5,875 (serie) - i = 5,222 (opcional)
Velocidad máxima (km/h)	108 - 122
Pendientes superables máximas: con 16.000 kg (%)	36 - 31
Caja mecánica MB G60 - 6 / 9,2 - 1,0 (opcional) / Eje trasero MB - HH4 / 08 DL-10,5 / neumáticos 275 / 80R 22,5	i = 4,300 (serie) - i = 4,778 (opcional)
Velocidad máxima (km/h)	108 - 97
Pendientes superables máximas: con 16.000 kg (%)	33 - 38
Sistema Eléctrico	
Tensión Nominal (V)	24
Alternador (V/A)	28/80
Batería (cantidad x Ah/V)	2 x12 / 135
Dimensiones (mm)	
<i>Chasis sin carrocería</i>	
A - Distancia entre ejes	5,5
B - Largo Total	10,515
C - Ancho eje trasero	2,486
D - Ancho en el eje delantero	2,369
E - Trocha – eje delantero	2,051
F - Trocha – eje trasero	1,88
G - Voladizo delantero	1,99
H - Voladizo trasero	3,025
I - Vano libre - eje delantero	202
J - Vano libre - eje trasero	189
K - Diámetro de giro del vehículo (m) (valor de referencia que depende de la carrocería)	21,1
L - Ángulo de entrada: cargado (valor de referencia que depende de la carrocería)	10°
M- Ángulo de salida: cargado (valor de referencia que depende de la carrocería)	10°



A - Distancia entre ejes	5.550
B - Largo total	10.475
C - Ancho máximo del vehículo	2.486
D - Trocha eje delantero	1.971
F - Trocha eje trasero	1.880
G - Voladizo Delantero	2.200
H - Voladizo Trasero	3.025
I - Despeje delantero	284
J - Despeje trasero	268
Radio de viraje del vehículo	20.55

Anexo 5. Planos estructura de bus urbano entrada baja

Plano 1 frente

Plano 2 posterior

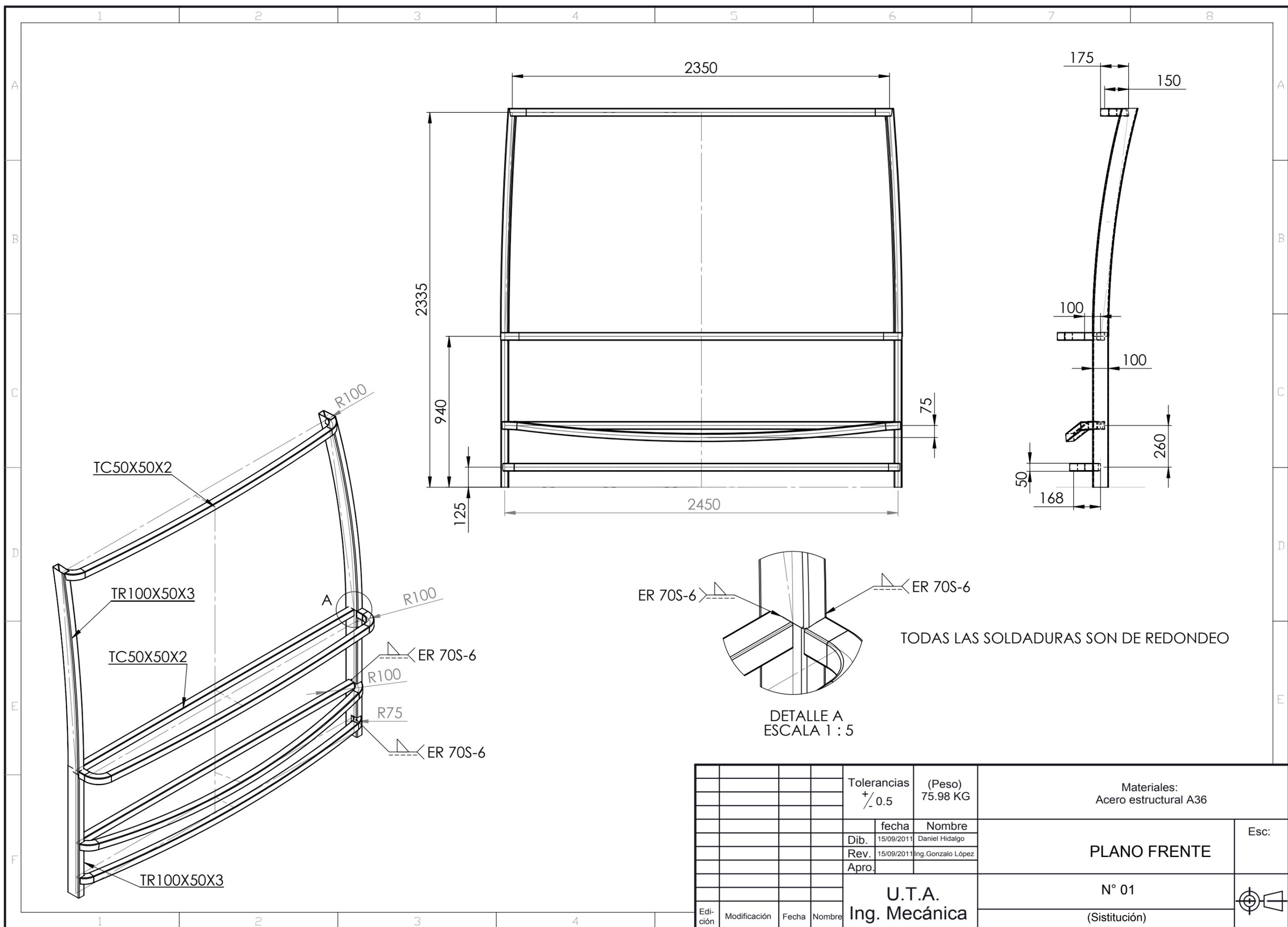
Plano 3 lateral derecha

Plano 4 lateral izquierda

Plano 5 piso

Plano 6 techo

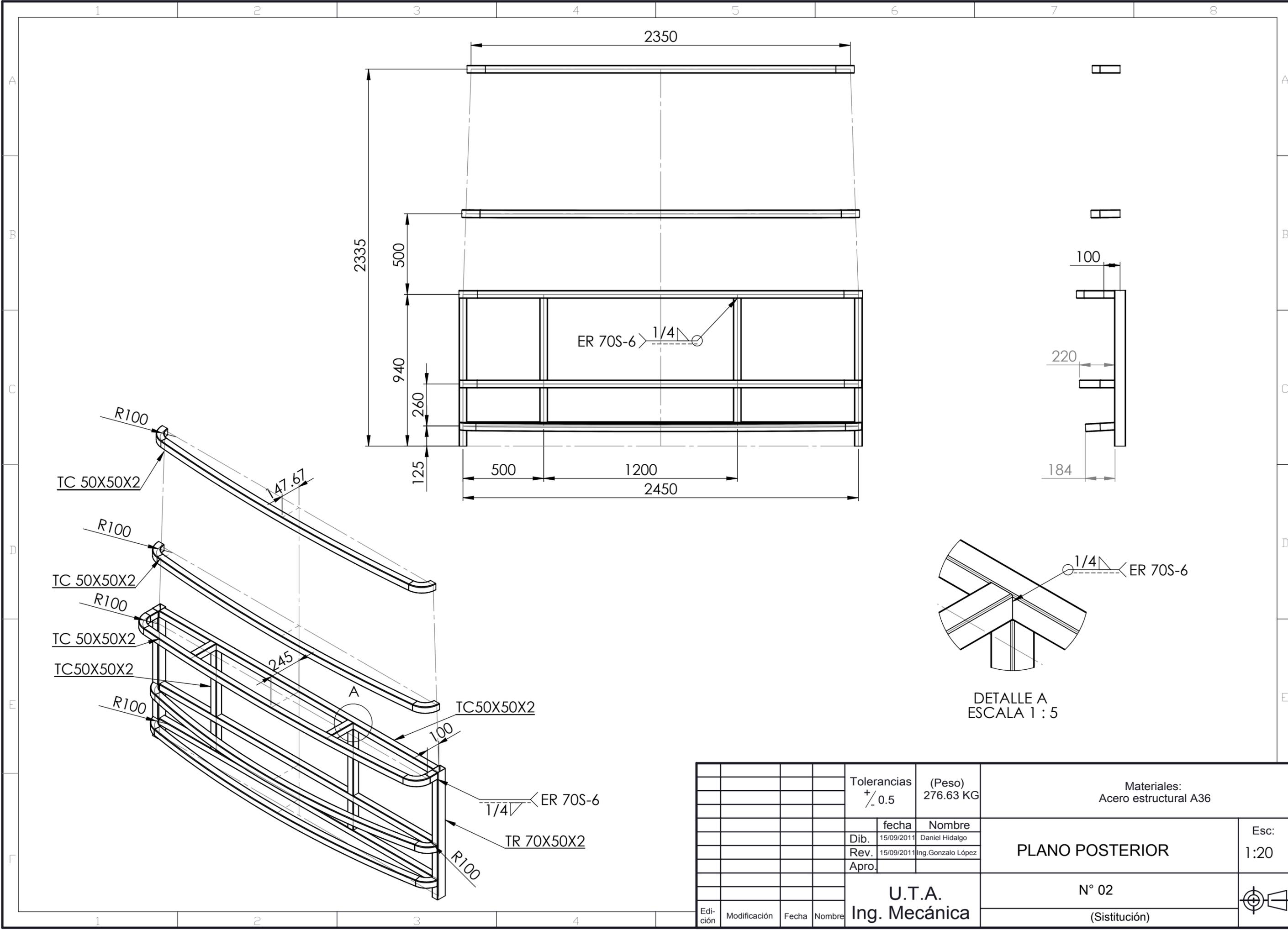
Plano 7 estructura MB 1516



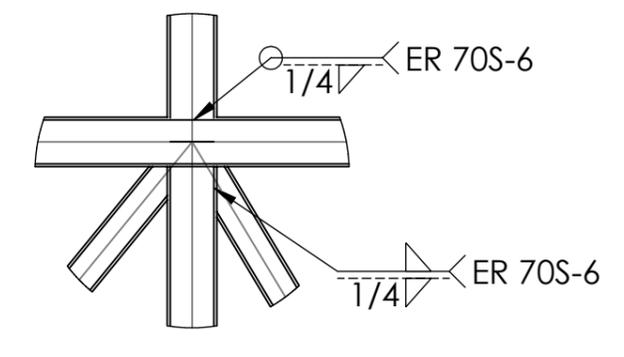
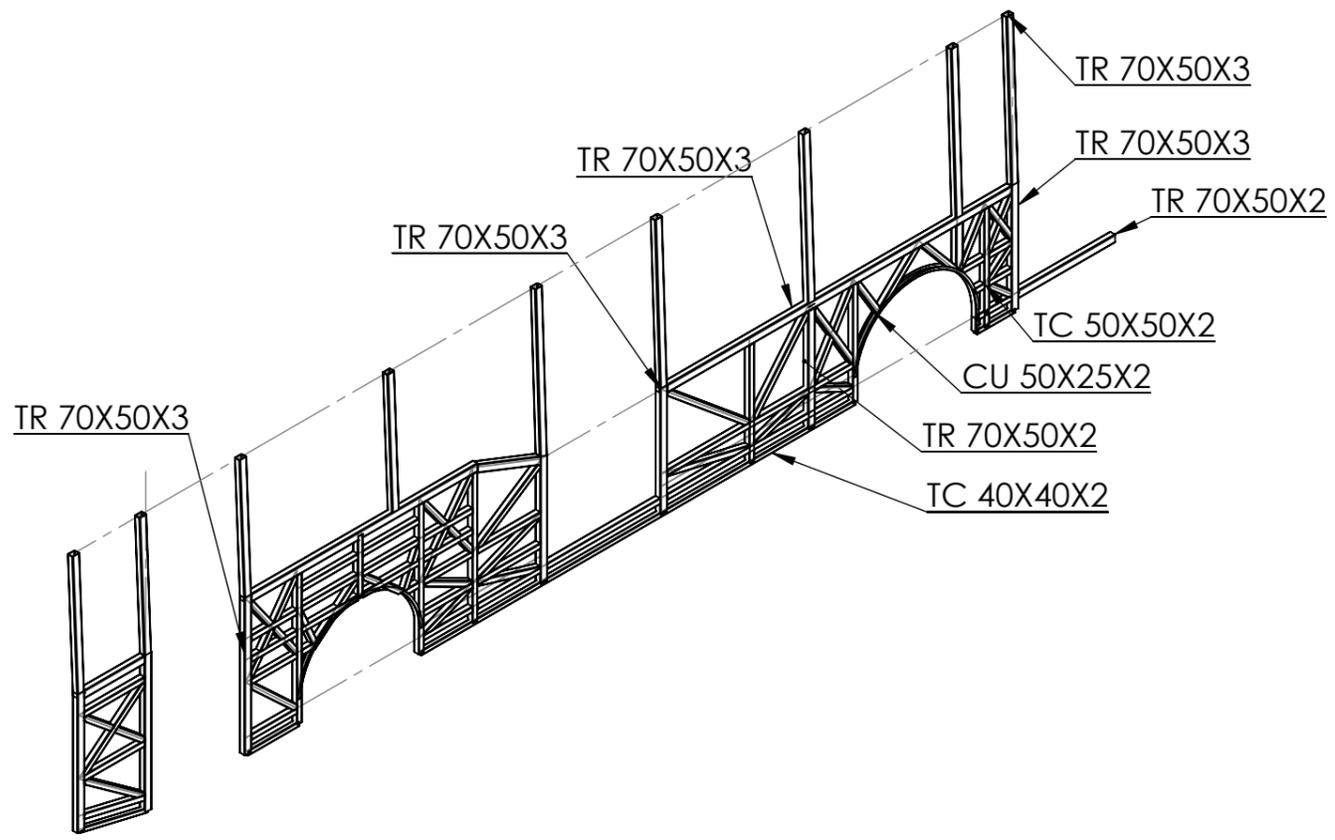
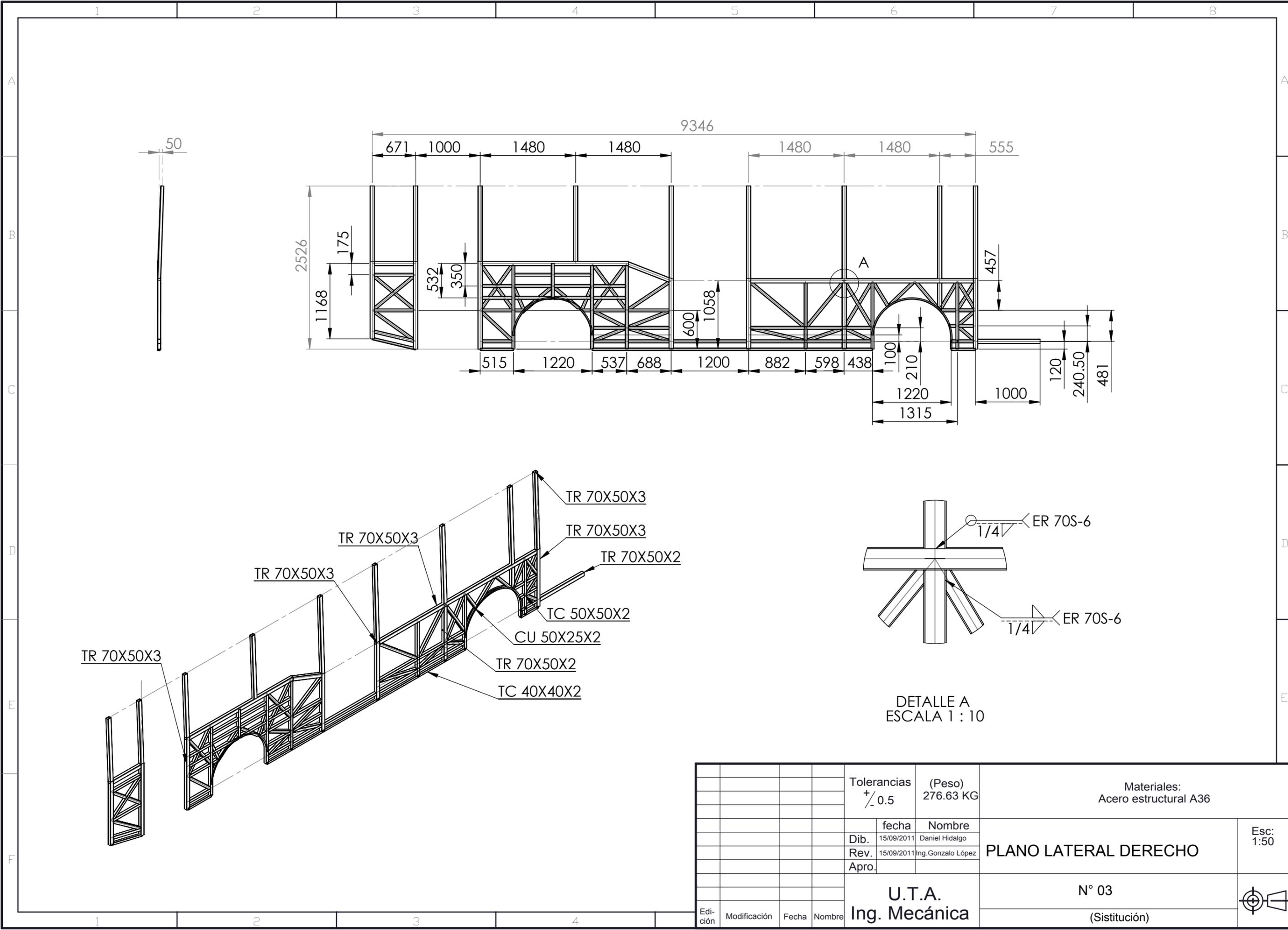
TODAS LAS SOLDADURAS SON DE REDONDEO

DETALLE A
ESCALA 1 : 5

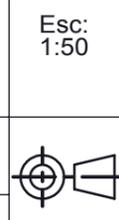
				Tolerancias ± 0.5	(Peso) 75.98 KG	Materiales: Acero estructural A36	
				fecha	Nombre	Esc:	
				Dib. 15/09/2011	Daniel Hidalgo	PLANO FRENTE	
				Rev. 15/09/2011	Ing. Gonzalo López		
				Apro.			
				U.T.A. Ing. Mecánica		N° 01 (Sistitución)	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				

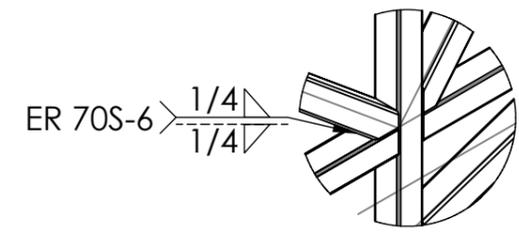
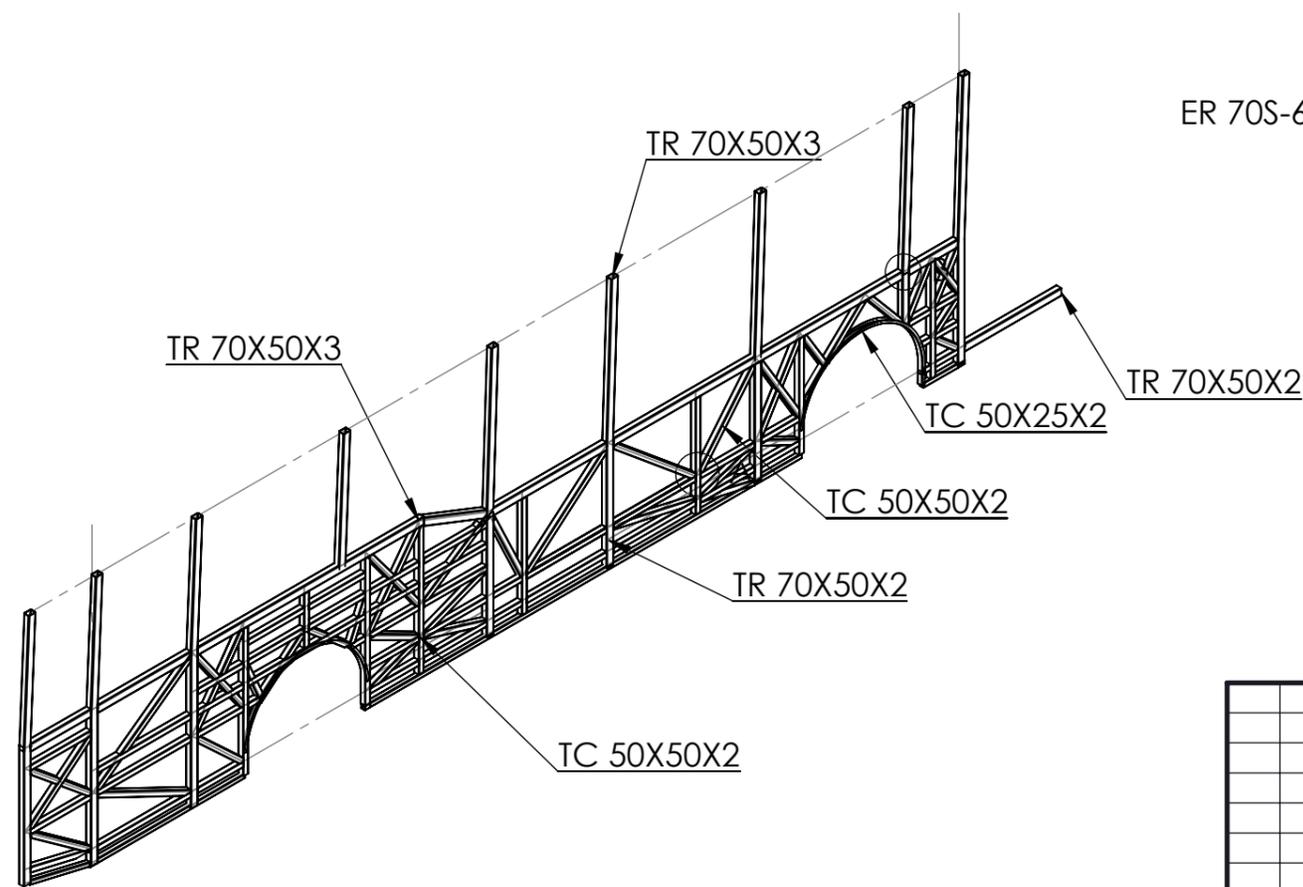
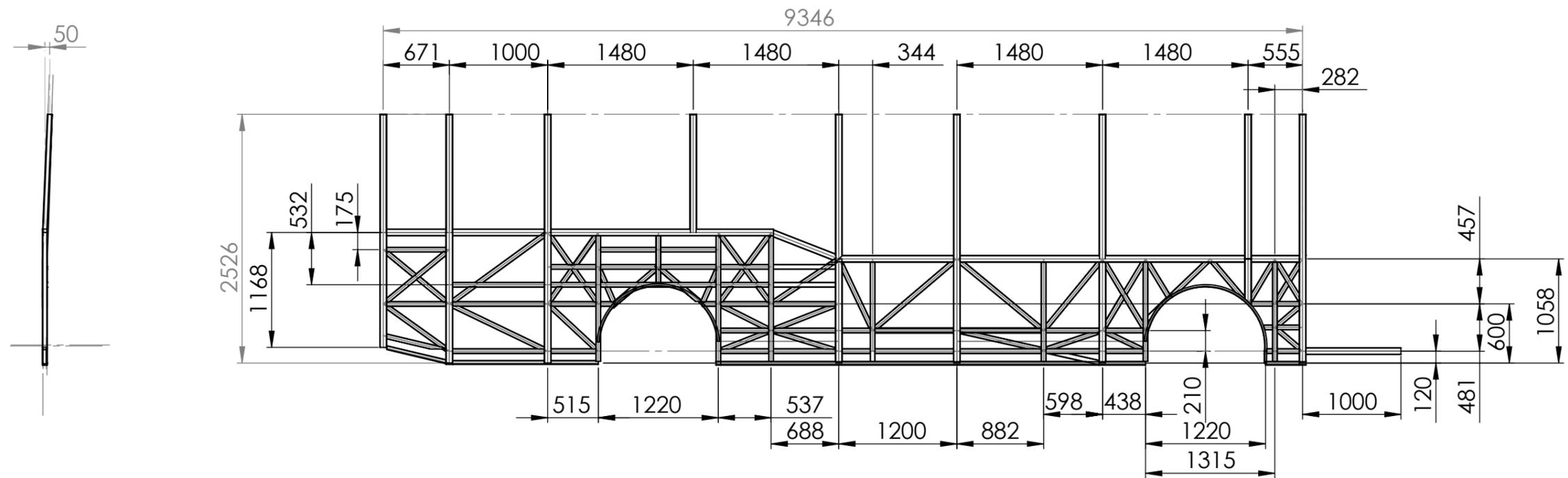


				Tolerancias ± 0.5	(Peso) 276.63 KG	Materiales: Acero estructural A36	
				fecha	Nombre	PLANO POSTERIOR	
				Dib. 15/09/2011	Daniel Hidalgo		
				Rev. 15/09/2011	Ing. Gonzalo López		
				Apro.		Esc: 1:20	
				U.T.A. Ing. Mecánica		N° 02	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sistitución)	

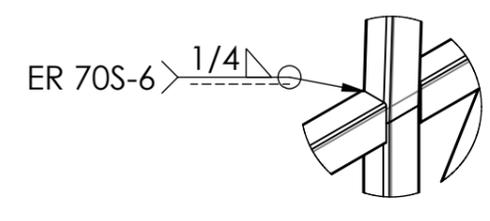


				Tolerancias ± 0.5	(Peso) 276.63 KG	Materiales: Acero estructural A36	
				fecha	Nombre	PLANO LATERAL DERECHO	
				Dib. 15/09/2011	Daniel Hidalgo		
				Rev. 15/09/2011	Ing. Gonzalo López		
				Apro.			
				U.T.A. Ing. Mecánica		N° 03	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre			(Sistitución)	





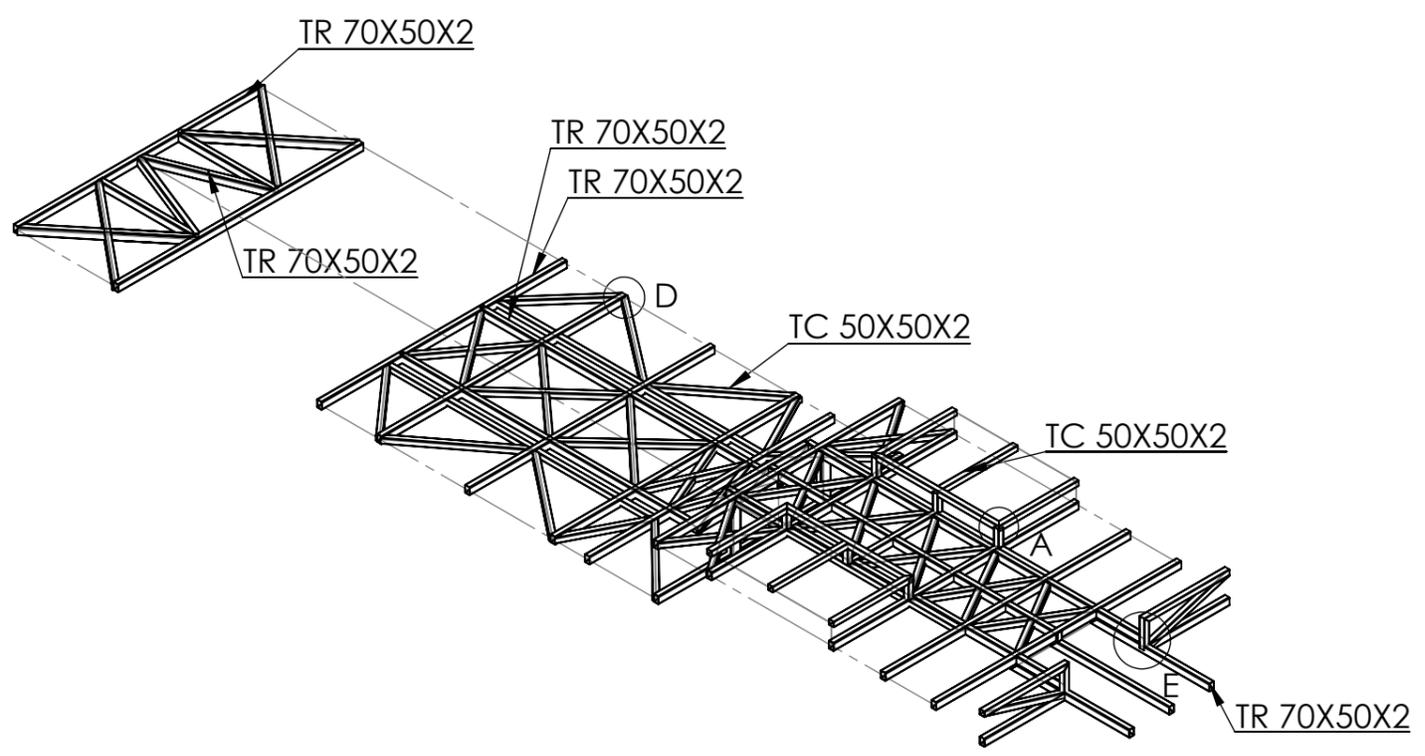
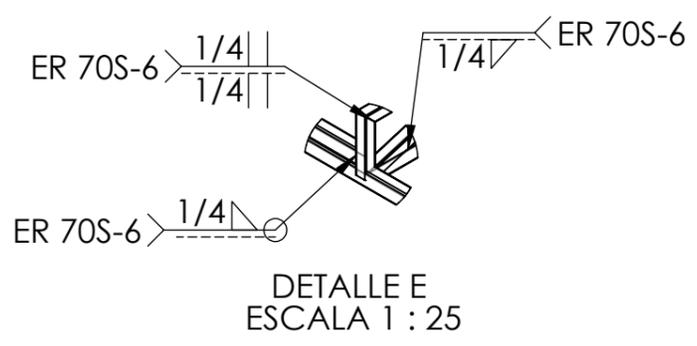
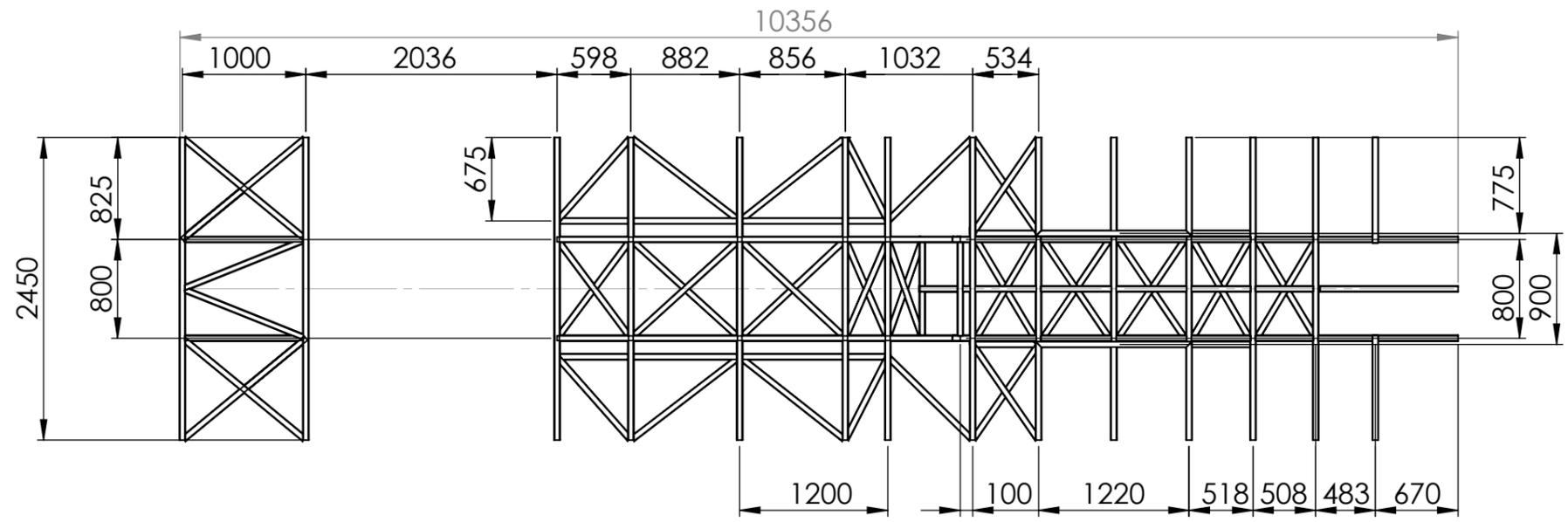
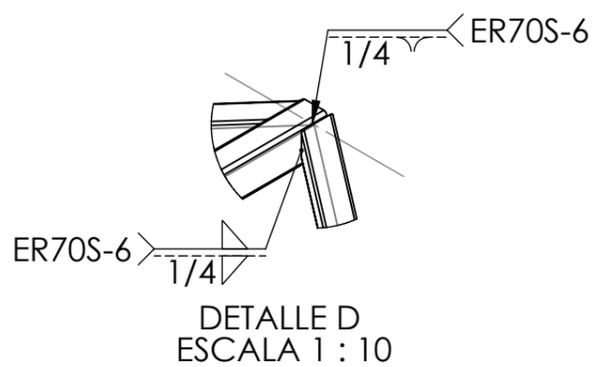
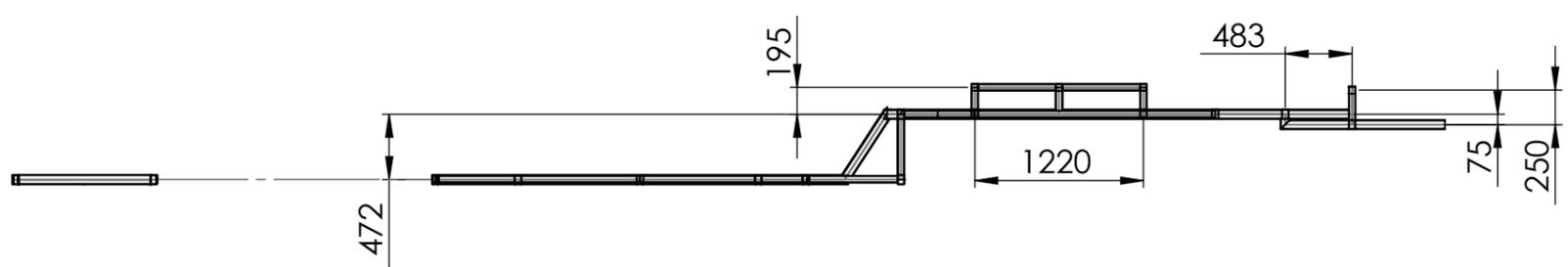
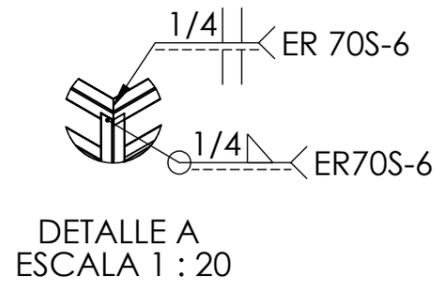
DETALLE A
ESCALA 1 : 10



DETALLE B
ESCALA 1 : 10

Tolerancias		(Peso)	Materiales: Acero estructural A36
± 0.5		312.52 KG	
	fecha	Nombre	PLANO LATERAL IZQUIERDO
Dib.	15/09/2011	Daniel Hidalgo	
Rev.	15/09/2011	Ing. Gonzalo López	
Apro.			
U.T.A. Ing. Mecánica			N°04 (Sistitución)
Edición	Modificación	Fecha	Nombre

Esc: 1:50	



				Tolerancias ± 0.5	(Peso) 491.3 KG	Materiales: Acero estructural A36	
				fecha	Nombre	PLANO PISO	
				Dib. 15/09/2011	Daniel Hidalgo		
				Rev. 15/09/2011	Ing. Gonzalo López		
				Apro.		Esc: 1:100	
				U.T.A. Ing. Mecánica		N° 05	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sistitución)	

