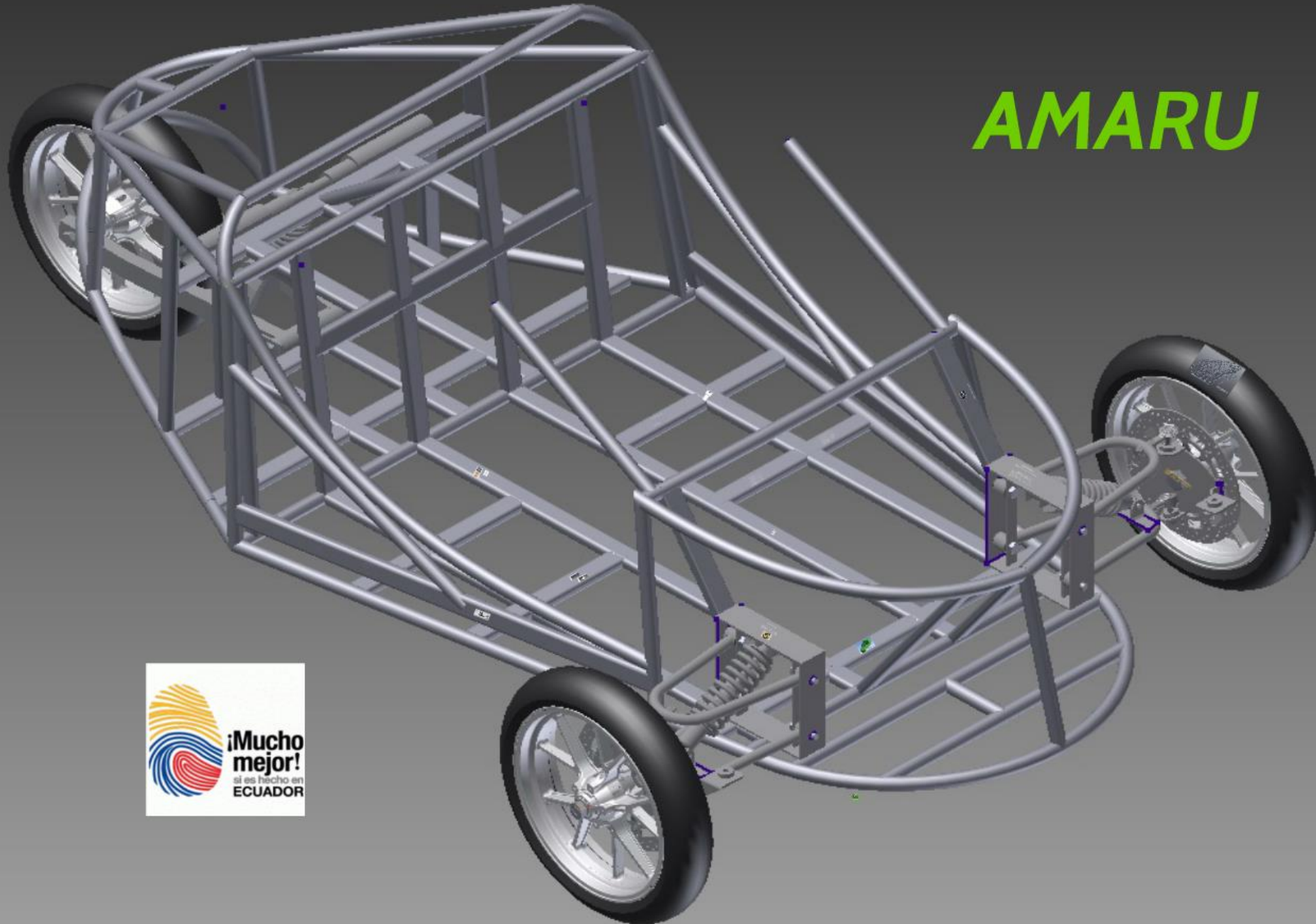


AMARU





Ingeniería Automotriz

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE SEDE LATACUNGA

DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AUTOMOTRIZ

AUTORES: CARLOS WILFRIDO CUNALATA CUNALATA
JORGE SANTIAGO TERÁN VACA

DIRECTOR: ING. ERNESTO SANTILLÁN
CODIRECTOR: ING. WILLIAM BONILLA

TEMA: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BASTIDOR Y CARROCERÍA, DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO BIPLAZA PLEGABLE, USANDO SOFTWARE CAD-CAE Y MANUFACTURA ECUATORIANA.

ANTECEDENTES

Ecuador a nivel de sus ciudades, se ha detectado el incrementado del parque automotor por lo que concomitantemente a esto, ha acarreado otros problemas de índole socio-cultural.



Obligando a la ingeniería automotriz buscar alternativas que se ajusten a la realidad del medio, aplicando nuevos mecanismos tecnológicos a nivel eléctrico

JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El campo automotriz del Ecuador, necesita de un proyecto urgente, que contribuya con la preservación del ambiente, que se prepare de los inminentes perjuicios a tener en el futuro, sean estos por la contaminación, caos vehicular, entre otros



OBJETIVO GENERAL

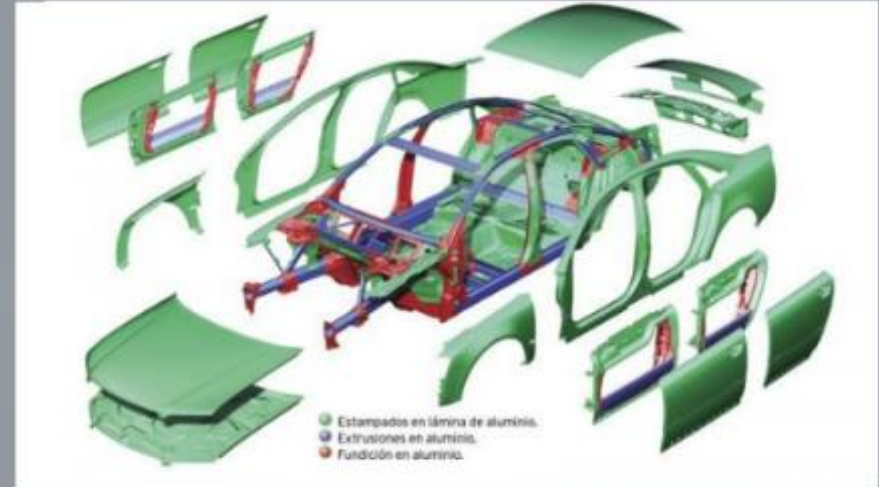
Diseñar y construir el bastidor y carrocería, de un vehículo eléctrico biplaza plegable, usando software CAD-CAE y manufactura ecuatoriana.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer los fundamentos teóricos de los temas relacionados a los vehículos eléctricos.
- Diseñar los elementos constitutivos bastidor y carrocería mediante el uso de softwares CAD-CAE.
- Construir el bastidor y la carrocería.
- Implementar el bastidor, la carrocería y accesorios al vehículo eléctrico plegable.

El Automóvil

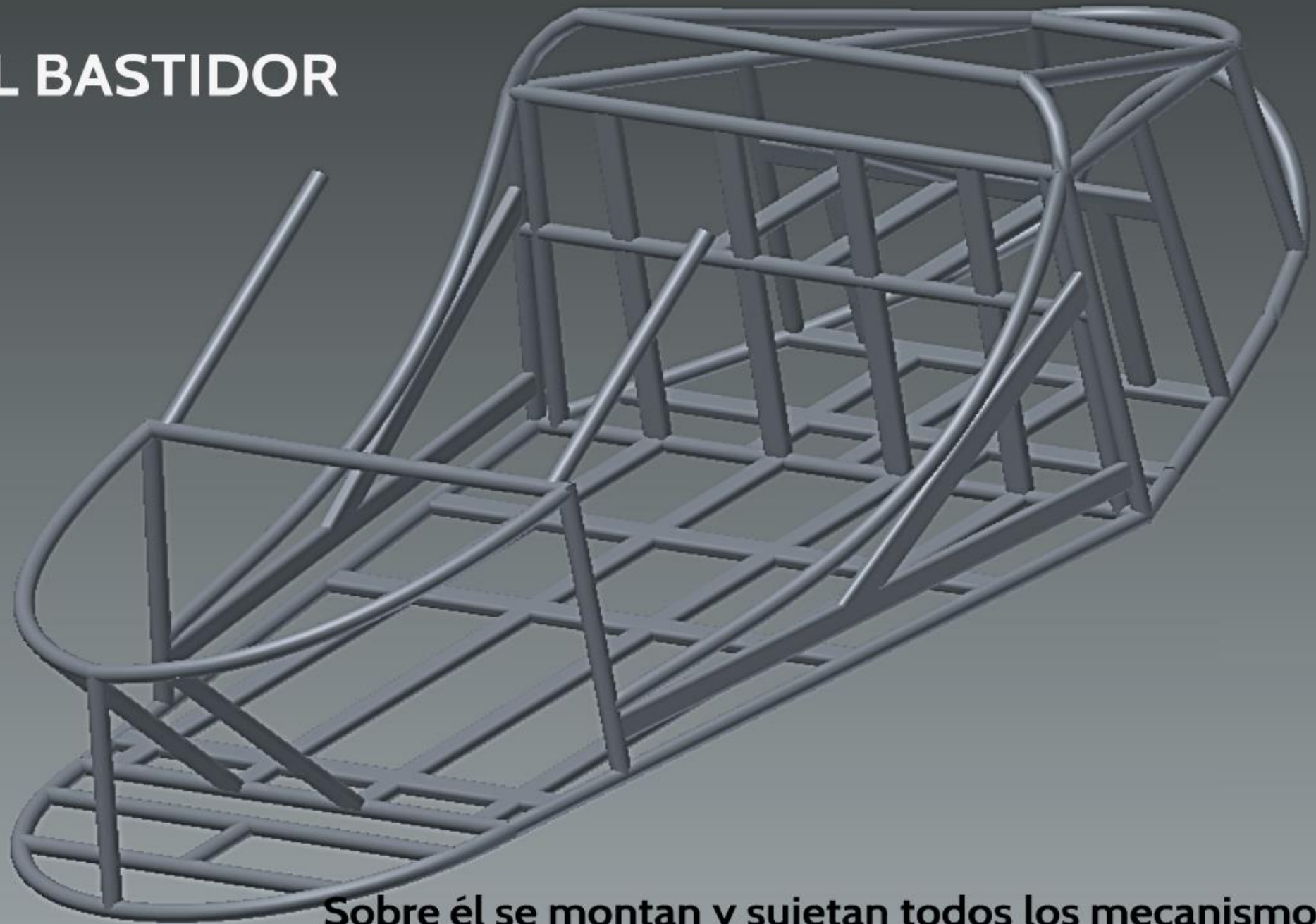
Gran número de mecanismos



Estrecha relación entre sí

Adecuado funcionamiento del vehículo en cualquiera de las condiciones de exigencia

EL BASTIDOR



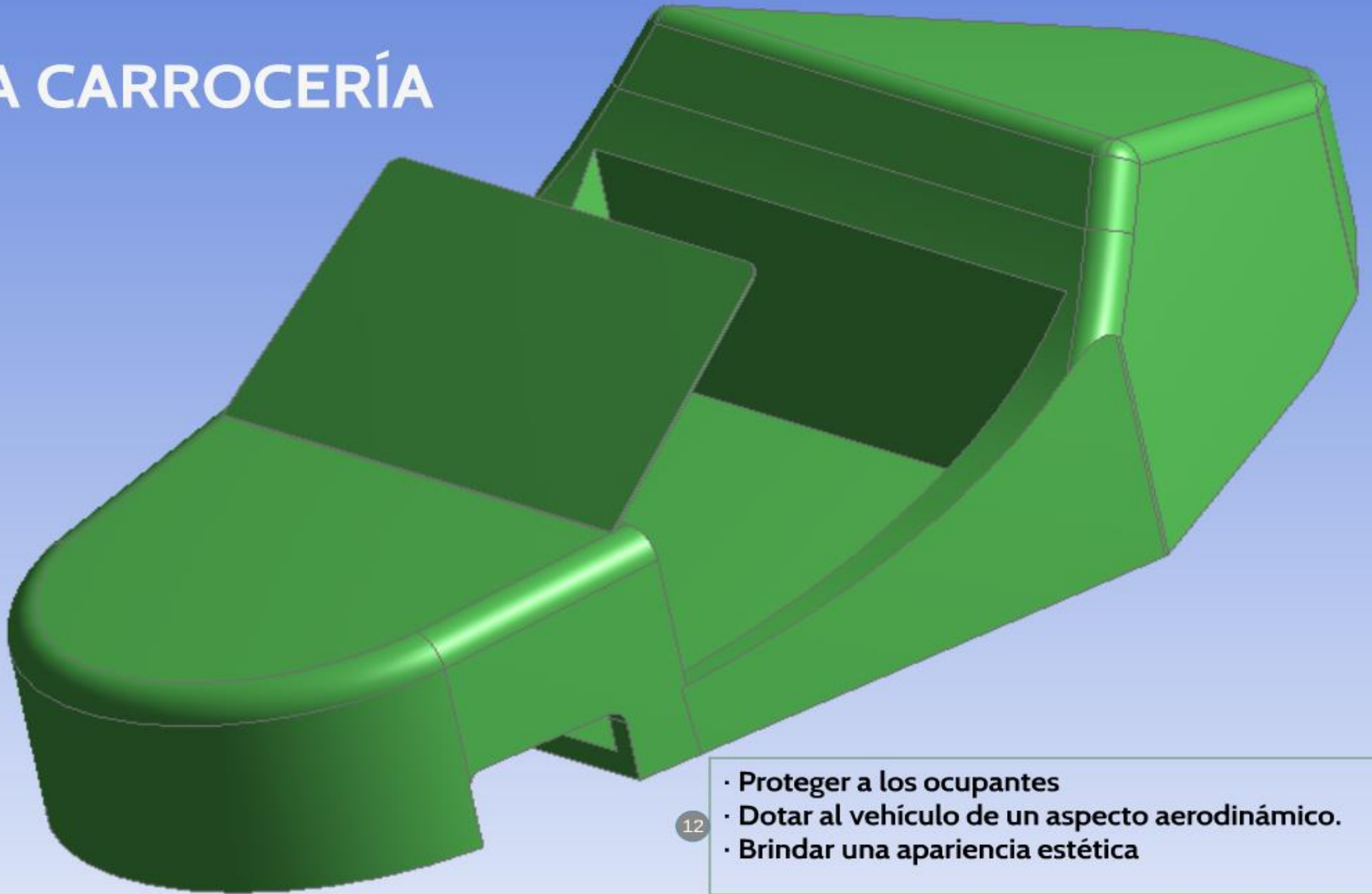
Sobre él se montan y sujetan todos los mecanismos

BASTIDOR TUBULAR



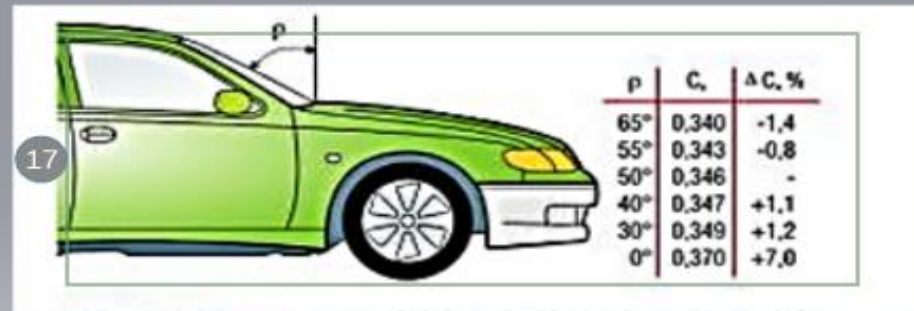
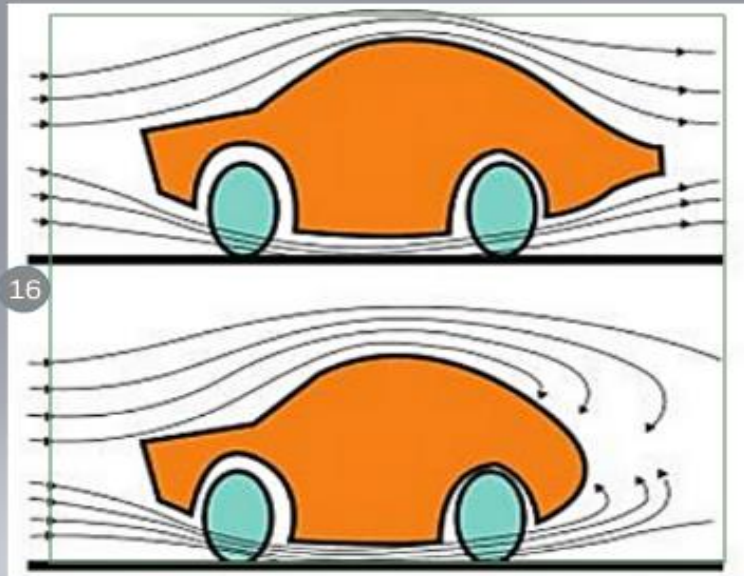
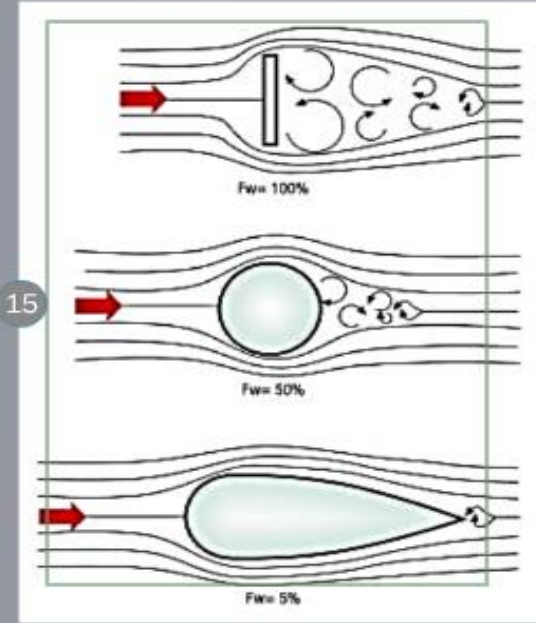
Red de tubos finos soldados entre sí

LA CARROCERÍA



- Proteger a los ocupantes
- Dotar al vehículo de un aspecto aerodinámico.
- Brindar una apariencia estética

AERODINÁMICA



REQUERIMIENTOS TÉCNICOS
PARA EL DISEÑO Y
CONSTRUCCIÓN DEL VEHÍCULO

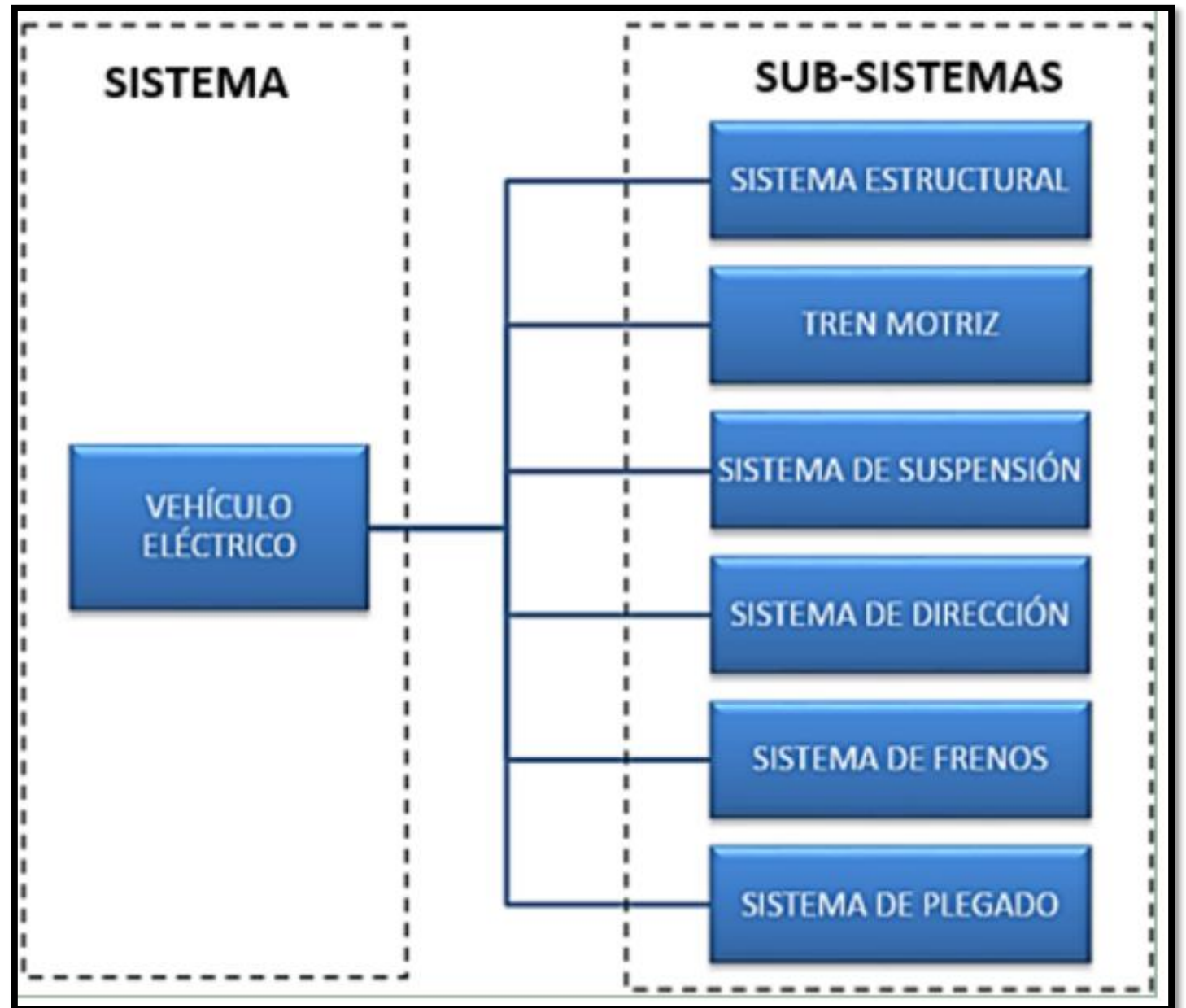
MAPAS MORFOLÓGICOS

MAPA MORFOLÓGICO		
Alimentación	Aire-Combustible / Electricidad	Electricidad
Fuente motriz	Motor de Combustión Interna /Motor Eléctrico	Motor eléctrico
Potencia	Media	Baja
Peso	Elevado	Bajo
Emisiones Contaminantes	Moderadas	Nulas
Costos de Mantenimiento	Alto	Bajo

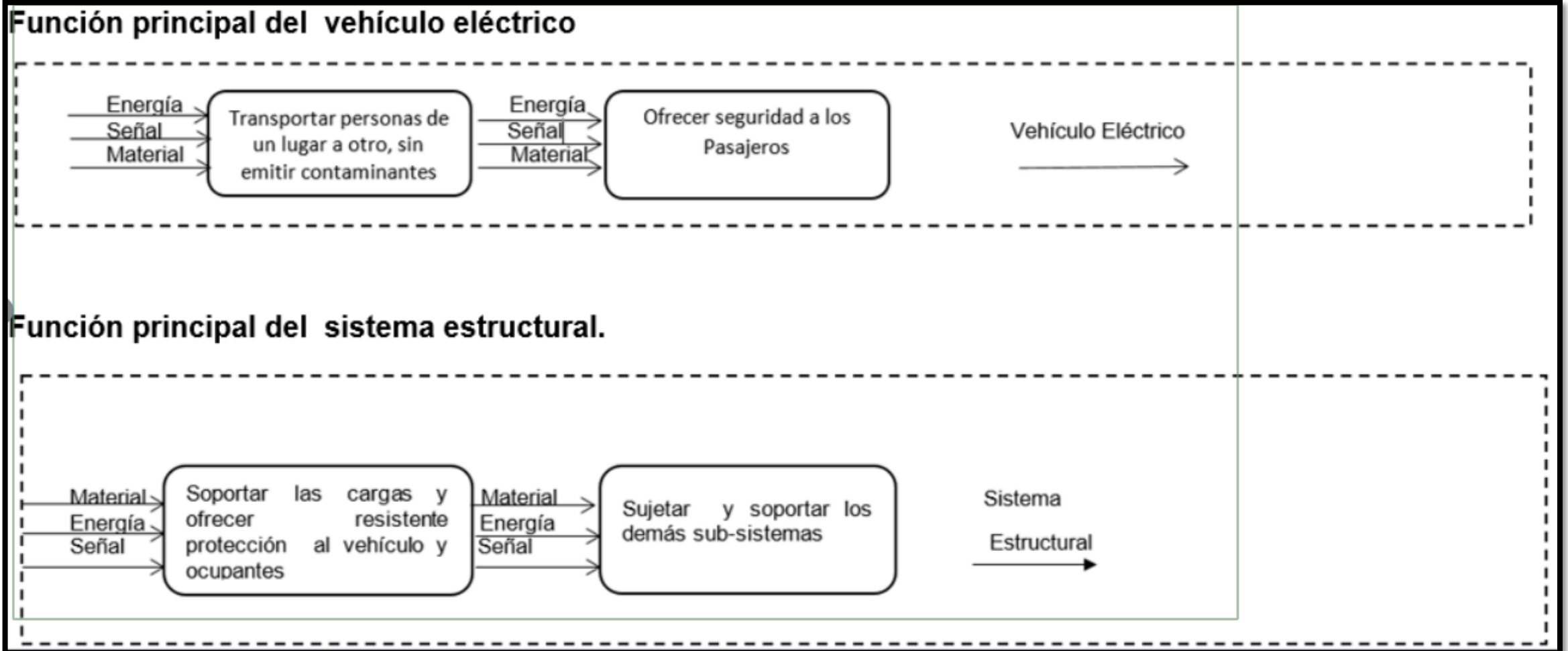
MAPAS DE PONDERACIÓN

MAPA DE PONDERACIÓN					
Sistema	Ponderación	Vehículo de Combustión		Vehículo Eléctrico	
		Valoración	Calificación	Valoración	Calificación
Alimentación	0,30	3	0,9	9	2,7
Fuente motriz	0,15	4	0,6	8	1,2
Potencia	0,10	9	0,9	6	0,6
Peso	0,05	7	0,35	7	0,35
Emisiones Contaminantes	0,30	2	0,6	9	2,7
Costos de Mantenimiento	0,10	4	0,4	6	0,6
TOTAL			3,75		8,15

DETERMINACIÓN DE SUBSISTEMAS



FUNCIÓN DE LOS SUBSISTEMAS



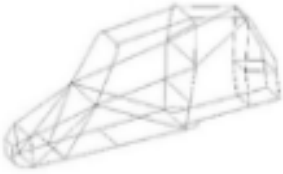


DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS Y CRITERIOS PARA EL DISEÑO

FUNCIÓN PRINCIPAL	Soportar las cargas y ofrecer resistente protección al vehículo y ocupante, además de sujetar y montar los demás sub-sistemas
RESTRICCIONES	Bajo costo, alta resistencia, alta rigidez, bajo peso.
OBJETIVOS	Minimizar peso y optimizar espacio.
VARIABLES LIBRES	Seleccionar el material ideal

Selección del Tipo de Bastidor

Mapa Morfológico

	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3
Tipos de bastidor	MONOCASCO 	LARGEROS LONGITUDINALES 	TUBULAR 
Característica			
Aplicación	Automóvil	Automóvil	<u>Buggies</u> y deportivos
Rigidez	Alta	Media	Alta
Resistencia	Elevada	Elevada	Elevada
Peso	Medio	Medio	Bajo
Costo de material	Elevado	Elevado	Bajo
Mantenimiento	Elevado	Bajo	Bajo

Mapa de Ponderación

MAPA DE PONDERACIÓN							
	TIPO	Monocasco		Largueros Longitudinales		Tubular	
Características	Ponderación	Valoración	Calificación	Valoración	Calificación	Valoración	Calificación
Aplicación	0,05	8	0,4	8	0,4	5	0,25
Rigidez	0,10	7	0,7	5	0,5	8	0,8
Resistencia	0,30	7	2,1	7	2,1	8	2,4
Peso	0,30	5		6		9	
Costo del Material	0,20	5	1	4	0,8	8	1,6
Costo Mantenimiento	0,05	4	0,2	8	0,4	7	0,35
TOTAL			4,4		4,2		<u>5,4</u>

Determinación de cargas Estáticas del bastidor



Cargas Muertas

34

Cargas muertas en el bastidor		Peso(Kg)	Peso(N)	Tipo de carga
1	Moto Eléctrico	50	490	Muerta
2	CVT	7,50	73,50	Muerta
3	Baterías(4)	120	1176	Muerta
4	Variador de giro	6	58,80	Muerta
5	Asientos(2)	20	196	Muerta
6	Estructura tubular	150	1470	Muerta
Carga muerta Total (sin carrocería)		353,5	3464,30	



Cargas Vivas

36

CARGAS	PESO (Kg)	PESO (N)	Tipo de carga	Distribución
1 Ocupantes (2)	150	1470	Viva	Distribuida

DETERMINACIÓN DE LAS CARGAS DINÁMICAS DEL BASTIDOR

CARGAS DE ACELERACIÓN BRUSCA (CAB)

Las cargas de aceleración brusca se calculan de la misma forma que las de frenado, pero en sentido contrario

CARGAS DE FRENADO (CF)

$$a = \frac{V_1^2 - V_0^2}{2S}$$

Donde,

a = aceleración

V₁ = Velocidad final

V₀ = Velocidad Inicial

S = Distancia de Frenado

$$Ec = \frac{m * V^2}{2}$$

Donde,

41 Ec= Energía Cinética del vehículo

m= masa del vehículo

V= Velocidad

$$T = P * \mu * S$$

T = Trabajo de frenado

42 P = peso del vehículo = (masa*gravedad)

μ = Coeficiente de Rozamiento

S = Distancia de Frenado

CARGAS DE GIRO (CG)

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

$$a_c = \frac{v^2}{r_c}$$

Donde,

a_c = Aceleración Centrípetra

v = Velocidad del vehículo

r_c = Radio de Curvatura

CARGAS POR RESISTENCIA DEL AIRE FRONTAL (CRAF)

$$CRaf = \frac{C_x * \rho * Af * v^2}{2}$$

Donde,

CRaf = Carga de resistencia al aire frontal

C_x = Coeficiente de resistencia aerodinámica

ρ = Densidad del Aire

Af = Área Frontal del vehículo

v = Velocidad del vehículo

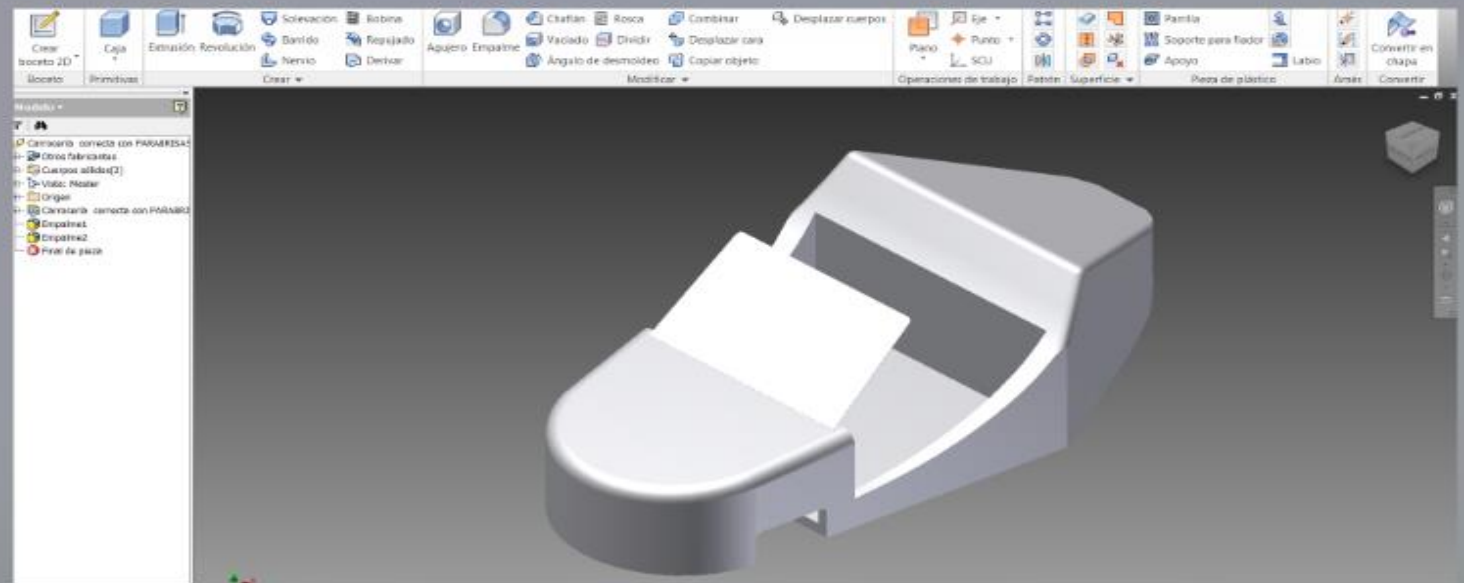
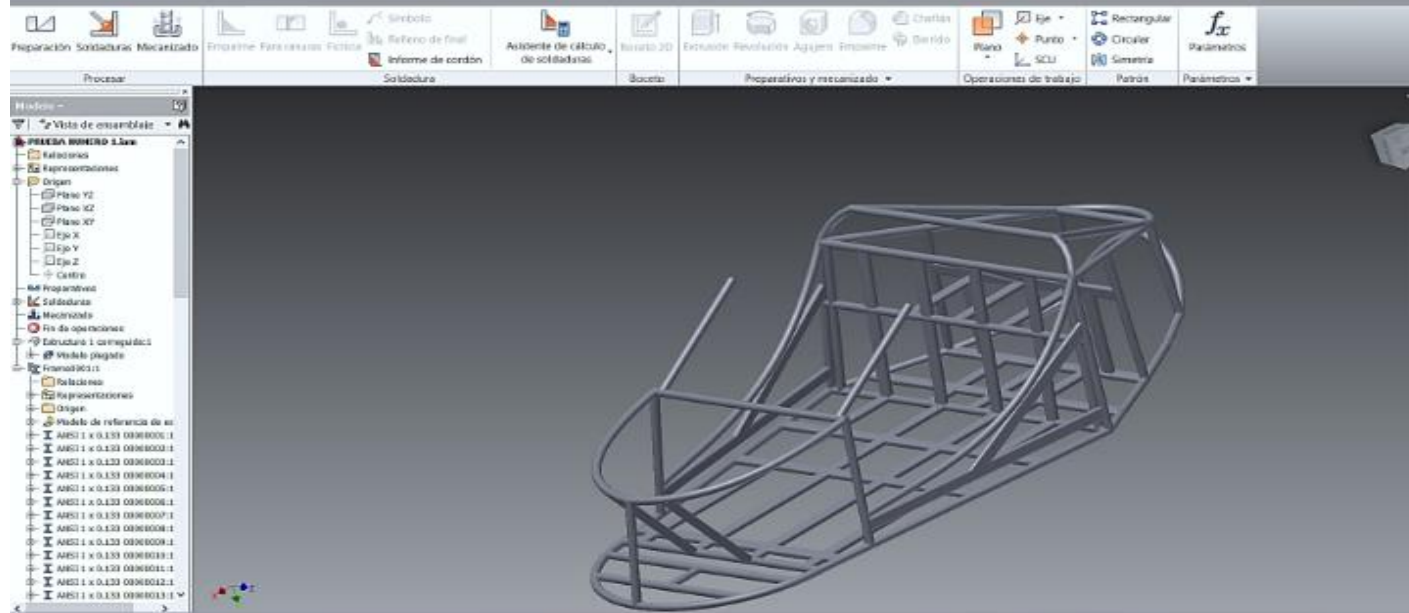
“La densidad del aire en la ciudad de Latacunga, a 20°C es de 1,199Kg/m³”
(Novoa, 2006, pág. 33)

“El coeficiente de resistencia aerodinámica se debe tener como mínimo 0.7”
(INEN, 2009, pág. 9)

Cargas Dinámicas Aplicadas al Bastidor

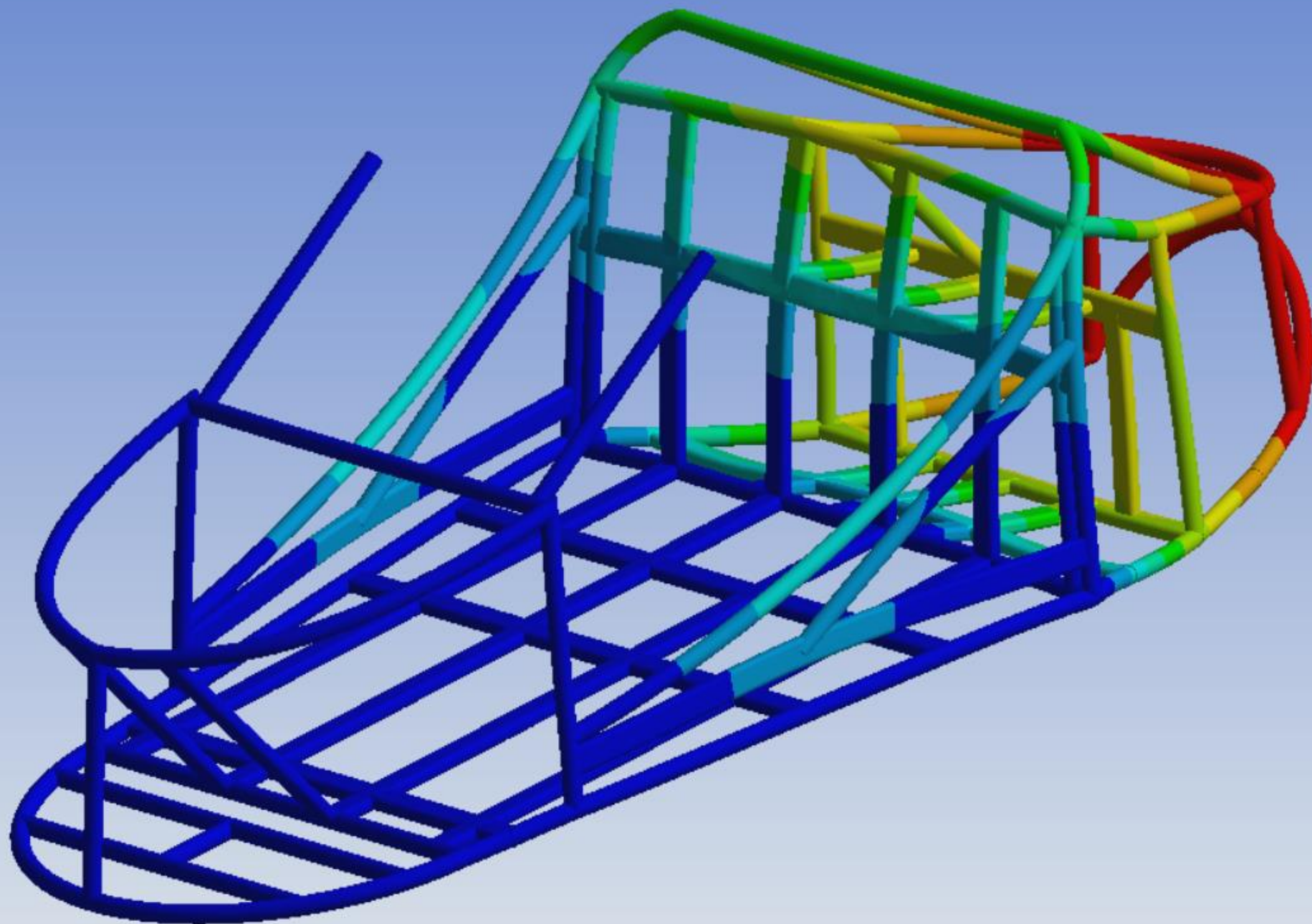
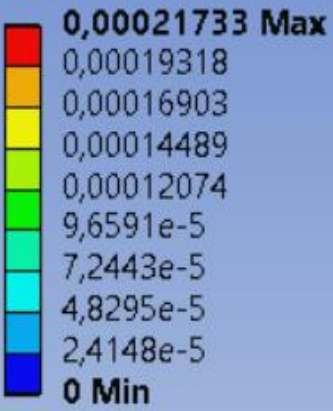
CARGAS DINÁMICAS		
Designación.	Cargas Dinámicas	Valor
CF	Cargas de frenado	3302.96N
<u>CAb</u>	Cargas de aceleración Brusca	(-) 3302.96N
<u>CRaf</u>	Carga por resistencia al aire frontal	85.82N
CG	Cargas de giro	899.107N

Modelado Estructura y Carrocería

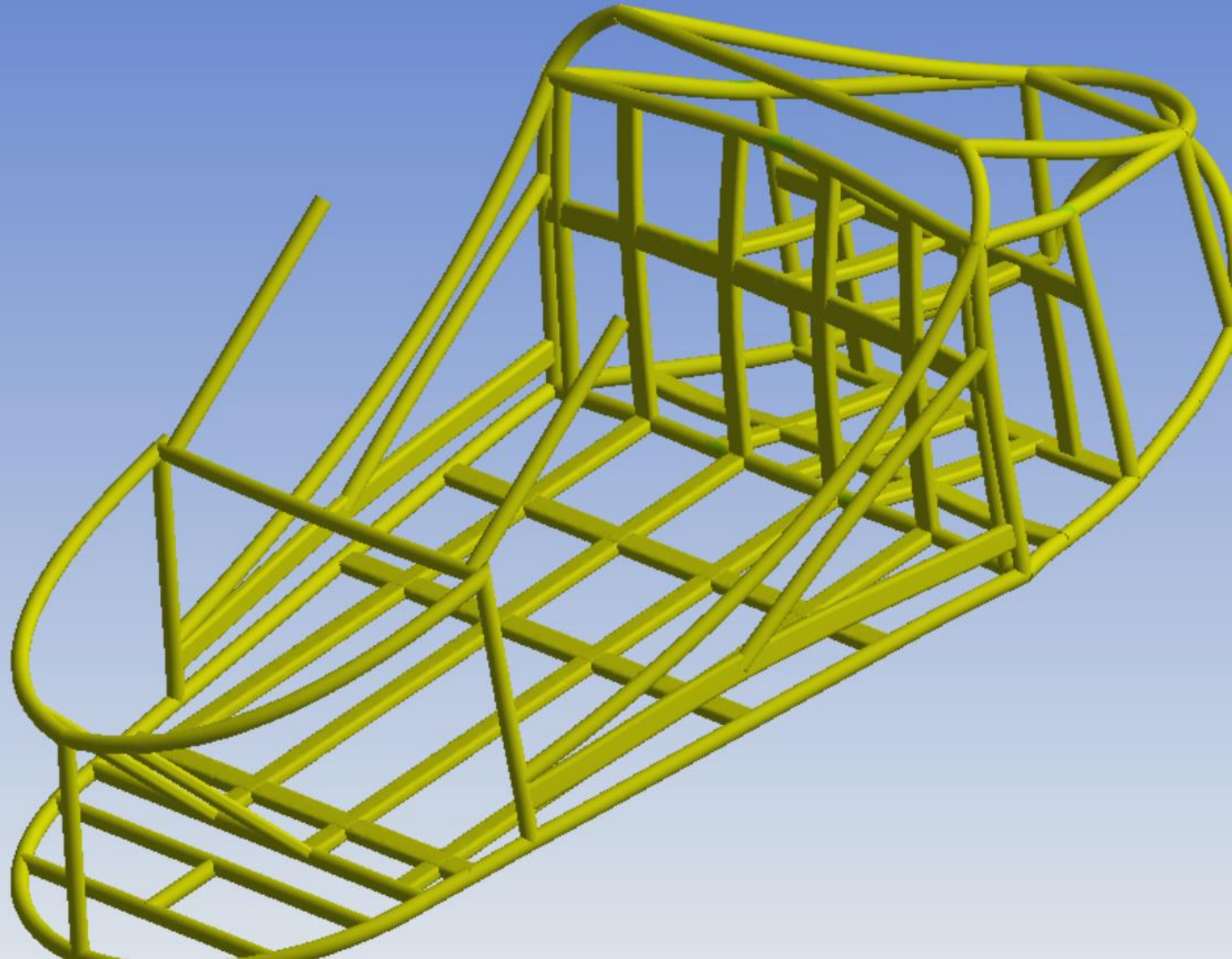
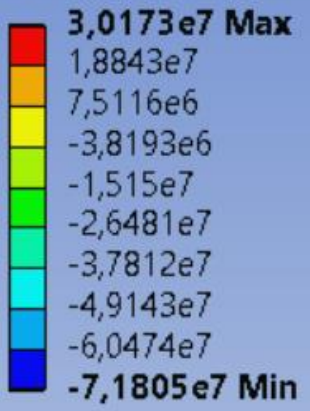


ANÁLISIS ESTÁTICO ESTRUCTURAL

B: Static Structural
Total Deformation
Type: Total Deformation
Unit: m
Time: 1
02/07/2014 14:10



5. Static Structural
Minimum Principal Stress
Type: Minimum Principal Stress
Unit: Pa
Time: 1
02/07/2014 14:44



B: Static Structural

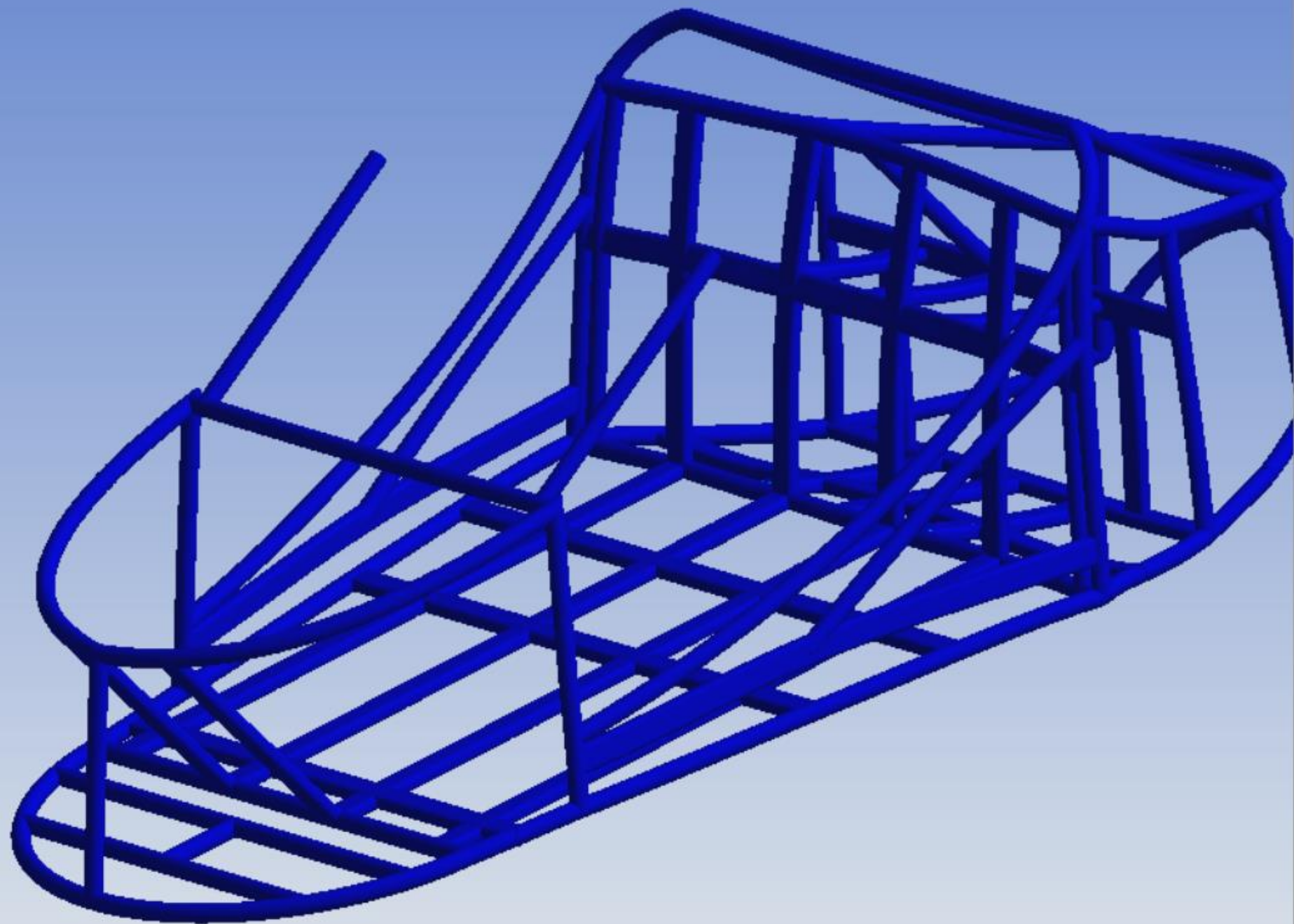
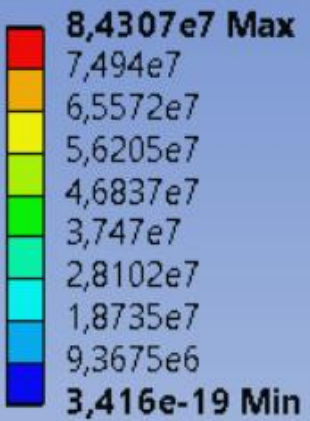
Equivalent Stress

Type: Equivalent (von-Mises) Stress

Unit: Pa

Time: 1

02/07/2014 14:12



B: Static Structural

Directional Deformation

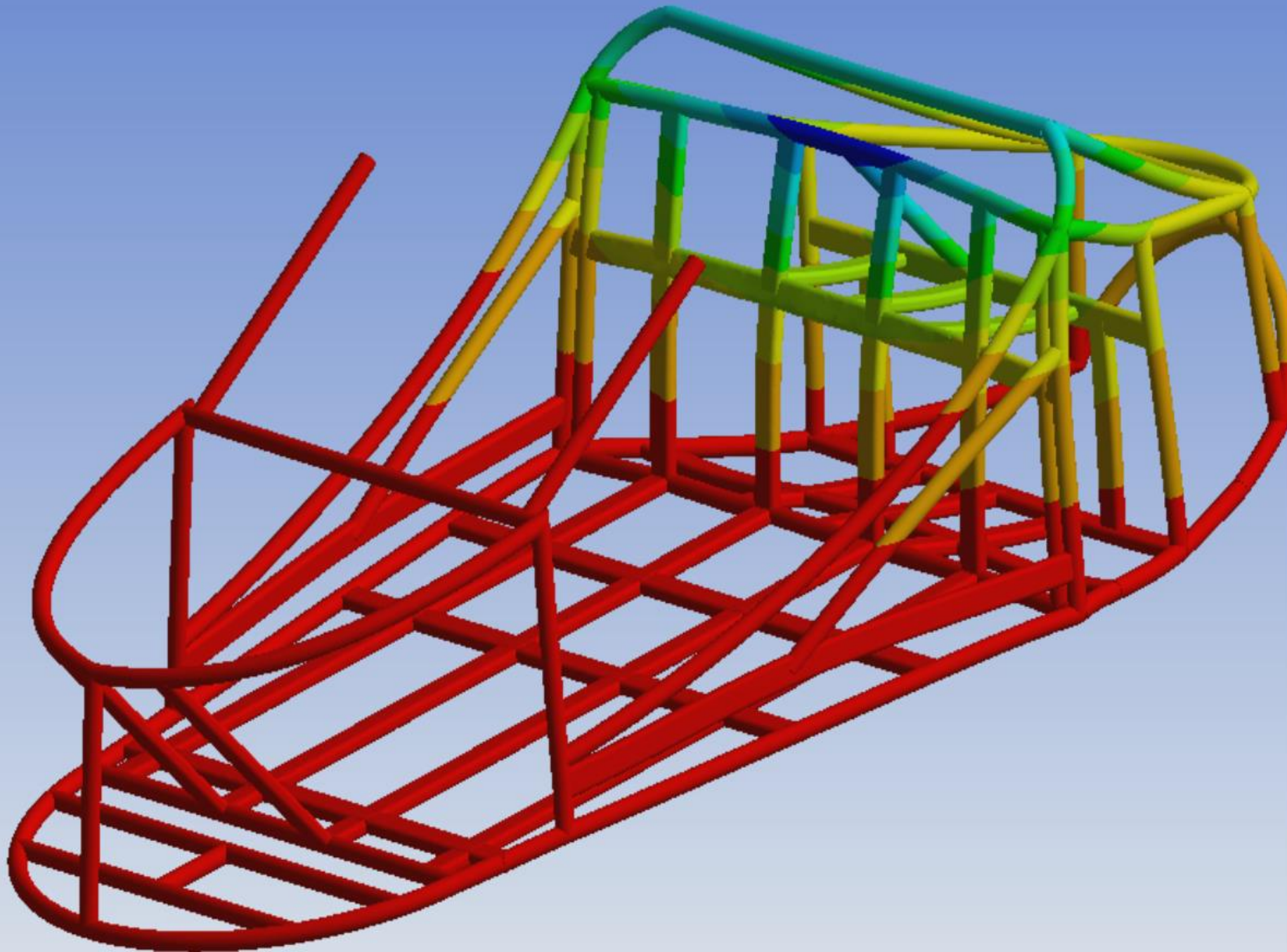
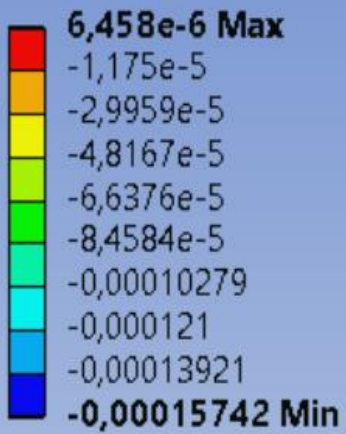
Type: Directional Deformation(X Axis)

Unit: m

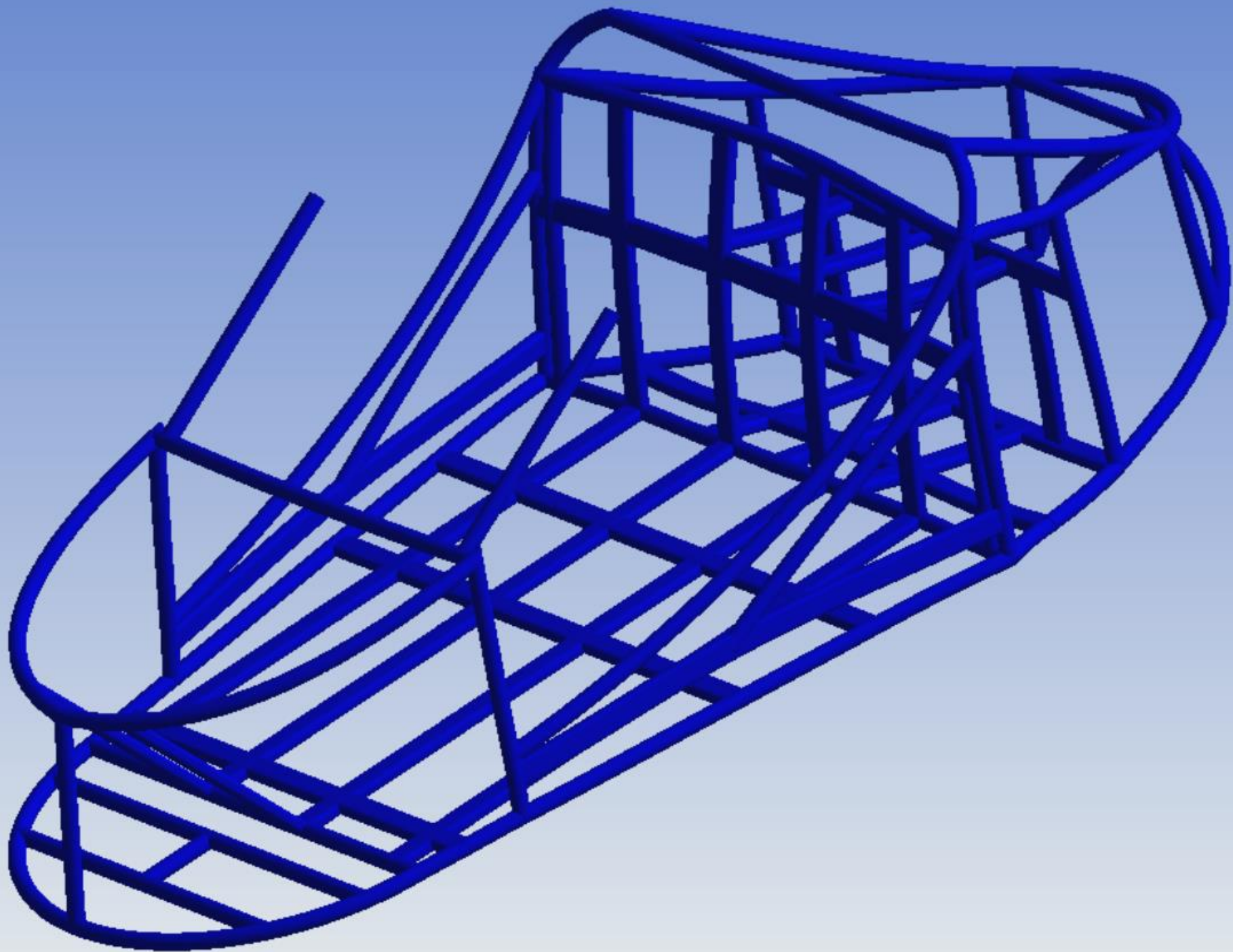
Global Coordinate System

Time: 1

02/07/2014 14:12



B: Static Structural
Safety Factor
Type: Safety Factor
Time: 1
02/07/2014 14:14



**CONSTRUCCIÓN
DEL
BASTIDOR Y CARROCERÍA**





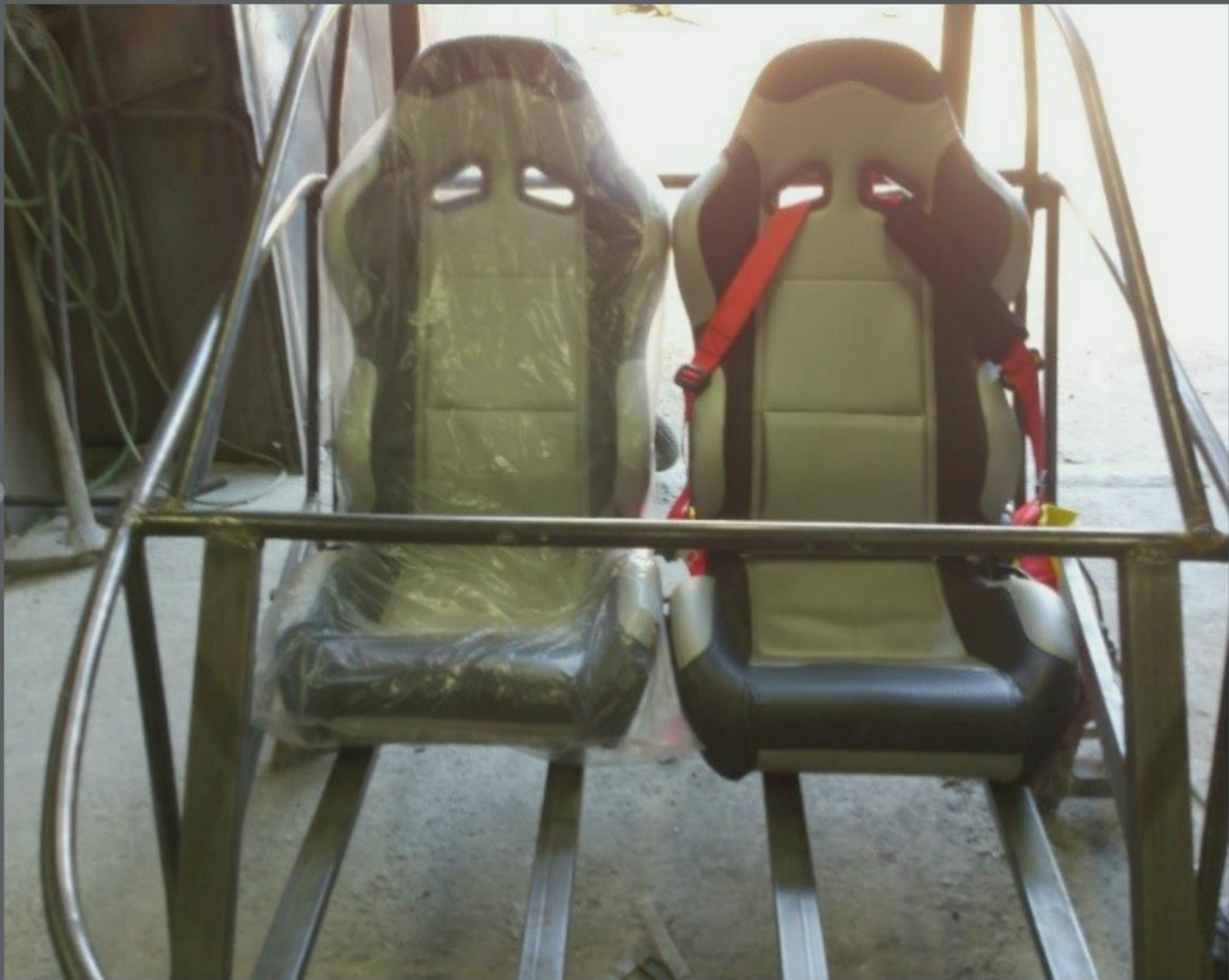














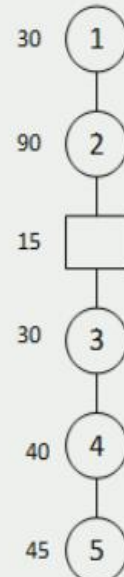


Flujogramas de Construcción

Símbolo	Significado
	Operación tecnológica
	Inspección
	Traslado o transporte
	Almacenamiento
	Espera

Desarrollo del piso del Bastidor.

TUBO REDONDO
25.4X2



TUBO
RECTANGULAR
25.4X50.8X2



PRESUPUESTO

CANTIDAD	MATERIAL	P. UNITARIO	P. TOTAL
40	Tubo redondo ASTM A36 25,4x2mm	2,50	100,00
25	Tubo Rectangular ASTM A36 25,4x50,8x2mm	3,80	95,00
12	Electrodos 6011 (Kilo)	5,20	62,40
6	Electrodos 6013 (kilo)	5,45	32,70
9	Discos de corte para amoladora 4"	2,75	24,75
5	Discos de Corte para amoladora 7"	4,85	24,25
2	Platina 3"x1/4" (m)	8,50	17,00
2	Platina 1 1/2"x 1/4" (m)	5,00	10,00
4	Varilla 3/8" (m)	3,00	12,00
5	Brocha 2"	1,93	9,65
4	Brocha 3"	2,44	9,76
25	Thinner (lts)	1,50	37,50
2	Endurecedor Pintura Mate(lts)	16,85	33,70
1	Catalizador Pintura	66,36	66,36
2	Barniz Poliuretano Mate (lts)	16,55	33,10
1	Masilla Plástica Catalizadora (gl)	17,50	17,50
45	Fibra de Vidrio (Kg)	3,37	151,65
45	Estireno (Kg)	3,17	142,65
54	Resina Poliéster (Kg)	3,63	196,02
6	Cobalto (60 cc)	1,50	9,00
5	MECK Peroxido de Sodio (60cc)	0,60	3,00
1	Hidroflex Relleno (gl)	57,58	57,58
2	Catalizador Negro Brilloso Poliuretano	14,81	29,62
20	Lija de Agua #80	0,34	6,80
15	Lija de Agua #220	0,24	3,60
1	Pistola Gravedad 1,5mm 400cc	11,07	11,07
25	Envases Plásticos (gl)	0,49	12,25
4	Fondo de adherencia metal (lts)	7,84	31,36
20	Talco chino (kg)	3,49	69,80
7	Lija de hierro	0,60	4,20
8	Masillero	0,80	6,40
17	Cartón (Pliego)	2,10	35,70
3	Cera Antiadherente (Kg)	18,20	54,60
12	Masking Automotriz (1 1/2")	3,80	45,60
		TOTAL	1456,57

MAQUINARIA	TIEMPO (h)	COSTO ALQUILER	COSTO TOTAL
M1	3	20	60
M2	13	5	65
M3	7	3	21
M4	5	12	60
M5	3,5	2	7
M6	2	2	4
M7	1	5	5
M8	6	7	42
M9	2	8	16
M10	2	15	30
		TOTAL	310

OPERARIO	No HORAS	COSTO/HORA	COSTO TOTAL
Mecánico	40	5	200
Ayudante de mecánica	40	3	120
Soldador	20	9	180
Ayudante de soldador	20	5	100
Tornero	3	9	27
<u>Fibrero</u>	35	12	420
Pintor	24	10	240
		TOTAL	1287

COSTO FINAL = CM + CUM + CMO

COSTO FINAL = 1456,57 + 310 + 1287

COSTO FINAL = \$ 3053,57

73

Imprevistos 5% = \$152,68

Costo total real = \$ 3206.25

CONCLUSIONES

- Se ha diseñado y construido el bastidor y carrocería para un vehículo biplaza, haciendo uso de manufactura ecuatoriana y recurriendo a herramientas informáticas.
- Se ha podido reunir información inherente al funcionamiento y constitución de los vehículos eléctricos, así como también para los vehículos biplaza.
- Las herramientas CAD, permiten tener mayor precisión a la hora de diseñar el bastidor y la carrocería, al momento de realizar el modelado.
- Con la ayuda de softwares CAE, se pudieron realizar análisis estáticos y aerodinámicos, los mismos que brindan fiabilidad previa a la construcción.
- Los resultados obtenidos en los diferentes análisis, demuestran que el diseño es confiable y que se ha cumplido con las metas propuestas.

RECOMENDACIONES

- Antes de realizar la construcción, hacer uso de herramientas informáticas, para así no tener que rediseñar o no tener errores en el diseño.
- Realizar un presupuesto previo, para buscar posibles soluciones para abaratar costos, si el caso lo ameritare.
- Utilizar Implementos y medidas de seguridad al momento de la construcción, sobre todo al momento del uso de herramientas de corte y soldadura.
- Al momento de trabajar con fibra de vidrio, utilizar siempre guantes y mascarillas, puesto que los químicos con los que se trabaja y pueden llegar a provocar complicaciones a corto o largo plazo.
- Buscar siempre la ayuda de personas con más experiencia, ya que la construcción de un bastidor y una carrocería, requieren tanto de recursos humanos, como de económicos.

GRACIAS