

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN VEHÍCULO AUTOMOTOR PERSONAL

Ing. Guido Torres / Ing. Stalin Mena / Yaroslav Armas / Juan Castillo

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE
Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica
Quijano y Ordoñez y Marqués de Maenza s/n
Email: grtorres@espe.edu.ec, jsmena@espe.edu.ec, juankcastillo_18@hotmail.com,
yaroslav_armas3@hotmail.com
Latacunga – Ecuador

RESUMEN

El presente artículo muestra el diseño, fabricación y construcción de un vehículo automotor personal para ciudad. Se describe los parámetros fundamentales para el diseño, resultados obtenidos en los análisis computacionales y fabricación de la carrocería.

ABSTRACT

This article shows the design, manufactured and assembling a micro car to road in a city. Describe the principal parameters to design, results obtained in the computational analysis and body's manufactured.

I. INTRODUCCIÓN

En ciudades con grandes índices de tráfico vehicular como Guayaquil o Quito, se buscó la manera de optimizar recursos, con lo que se diseñó y construyó un vehículo capaz de movilizarse en espacios reducidos de manera ágil y segura.

Las características fundamentales del vehículo automotor personal son:

- Amigable con el medio ambiente.
- Menor espacio físico utilizado.
- Disminución del tiempo de traslado.
- Movimientos ágiles en espacios reducidos.
- Estructura tubular, resistente a fuerzas aplicadas desde el exterior.

El vehículo automotor personal, al tener sus prestaciones diseñadas para la ciudad, cuenta con un sistema de seguridad pasiva, como es la estructura tubular.

Posee un motor de cuatro tiempos, mono cilíndrico de 200cc de 11,5kW de potencia, cuatro cambios de marcha hacia delante y una trasera.

Para disminución de peso y reducción de piezas móviles posee tres ruedas, dos

delanteras directrices y una posterior de tracción.



Figura 1. Diseño del vehículo automotor personal.

II. PARAMETROS DE DISEÑO Y TRANSFERENCIA DE MASA.

Para el diseño del vehículo automotor se estableció una distancia entre ejes de 1,54m y una distribución de peso de 45-55 la cual ayudará a mejorar la tracción y estabilidad del vehículo.

Se analiza transferencia de masa durante frenada y aceleración para poder determinar los esfuerzos a la que esta sometida la suspensión.

a. Aceleración.

Para realizar el cálculo de transferencia de masa durante la aceleración, ocuparemos la siguiente formula extraída de (Milliken, 1995).

$$W_a = \frac{a * W * h}{l}$$

Dónde:

W_a = Transferencia de masa

a = Aceleración

W = Peso total del vehículo

h = Altura del piso al CG

l = Distancia entre ejes

$$W_a = 128,15 N$$

La carga sobre el eje posterior.

$$W_t = 243,96 \text{ Kg}$$

b. Frenada.

Se debe determinar la distancia de frenado.

$$df = 14,7m$$

La desaceleración máxima es:

$$af = 6,56 \text{ m/s}^2$$

Por lo tanto la transferencia de masa durante el frenado se realiza con la siguiente fórmula:

$$W_f = 587,86 \text{ N}$$

Sobre el eje delantero:

$$W_f = 275,42 \text{ Kg}$$

III. ANÁLISIS EN LA MESA DE SUSPENSIÓN FRONTAL SUPERIOR.

Este análisis se realizó con la mayor fuerza que soportará la mesa de suspensión frontal superior en una frenada brusca, con los siguientes resultados.

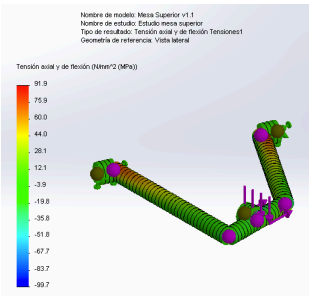


Figura 2. Tensiones de la mesa de suspensión frontal superior.

Fuente: Armas Y, Castillo J.

La tensión máxima que va a estar sometida la mesa superior frontal va a ser 91,9 MPa, el material con el que está construido es tubo redondo AISI 1020, de 3/4 de pulgada con un espesor 2,3 mm, tiene un límite elástico de 351,57 MPa, por lo que el diseño de la mesa superior frontal es seguro y se ha seleccionado correctamente el material.

IV. ANÁLISIS EN LA MESA DE SUSPENSIÓN FRONTAL INFERIOR.

La fuerza máxima que va a soportar la mesa de suspensión inferior es cuando exista frenada brusca, la mesa constantemente va a tener una carga adicional constante por lo que el amortiguador tiene apoyo en esta mesa.

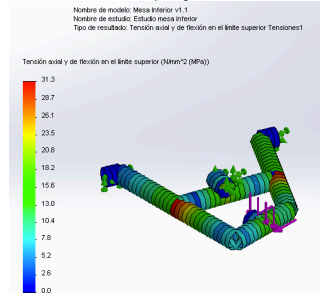


Figura 3. Tensiones de la mesa de suspensión frontal inferior.

Fuente: Armas Y, Castillo J.

La tensión máxima que va a estar sometida la mesa inferior frontal va a ser 31,3 MPa y el material con el que está construido es tubo redondo AISI 1020, de 3/4 de pulgada con un espesor 2,3 mm; tiene un límite elástico de 351,57 MPa, por lo que el diseño de la mesa superior frontal es adecuado y el material AISI 1020 ha sido seleccionado correctamente.

V. DISEÑO DEL BASTIDOR.

Para el diseño y análisis estático del bastidor se necesita tener presente varios aspectos indispensables como son:

- Espacio para la cabina del conductor
- Ubicación del motor
- Triangulación correcta del bastidor
- Soporte para la suspensión
- Soporte para el sistema de dirección
- Distancia entre ejes.

Por lo que se realizaron dos pruebas fundamentales, fuerza externa frontal (impacto frontal) y fuerza externa lateral (impacto lateral).

a. Impacto frontal.

Para este análisis de impacto frontal se aplicó una fuerza externa de 7369 Nm en la

parte frontal del bastidor simulando un impacto frontal con lo cual se obtuvo los siguientes resultados.

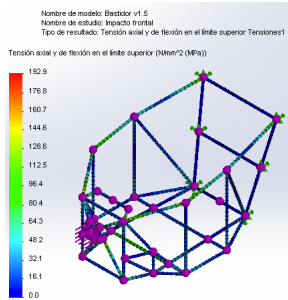


Figura 4. Análisis estructural del bastidor, fuerza frontal.

Fuente: Armas Y, Castillo J.

La estructura tubular aplicada una fuerza exterior frontal soporta hasta un esfuerzo máximo de 192,9 MPa y el material con el que fue fabricado alcanza un límite elástico de 351,57 MPa por lo que el diseño del bastidor con el material AISI 1020, de 3/4 de pulgada con un espesor 2,3 mm tiene un resultado satisfactorio.

b. Impacto lateral.

Para este análisis se utilizó una fuerza externa de 2947N, debido a que se toma el 40 por ciento de la fuerza total frontal.

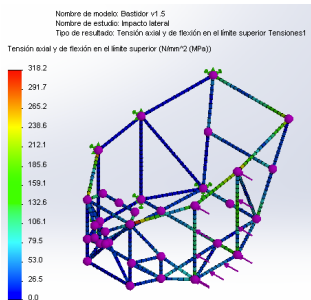


Figura 5. Análisis estructural del bastidor, fuerza lateral.

Fuente: Armas Y, Castillo J.

En un impacto lateral la tensión máxima que soporta el bastidor es de 318,2 MPa, lo que es aceptable, debido a que el material con el que se construye es AISI 1020, de 3/4 de pulgada con un espesor 2,3 mm y posee un límite elástico de 351,57 MPa.

VI. ANÁLISIS DEL EJE DE TRANSMISIÓN.

Momento generado sobre la cadena de tracción, aplicado en la catalina del eje posterior con un valor de:

T_{cad} = momento sobre la cadena

$$T_{cad} = 70,3744 Nm$$

Momento generado sobre el neumático de tracción, aplicado en el disco de freno con un valor de:

r_b = radio del neumático de tracción

$$T = Fr \cdot r_b$$

$$T = 489,491 N \times 0.2419 m$$

$$T = 118,408 Nm$$

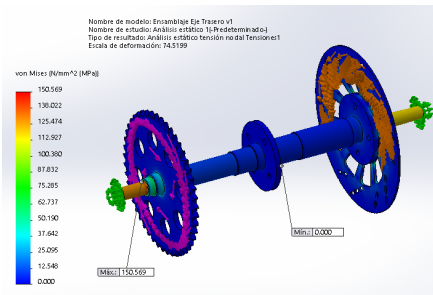


Figura 6. Tensiones en el eje de transmisión posterior

Fuente: Armas Y, Castillo J.

La tensión máxima a la que va a estar sometida el eje de transmisión va a ser de 150,569 MPa y el material con el que está construido es AISI 4340 y tiene un límite elástico de 710 MPa, por lo que el material se encuentra seleccionado correctamente.

VII. DISEÑO DE LA CARROCERÍA.

Para el diseño de la carrocería se debe tomar en cuenta dos conceptos principales como son:

- Sustentación: es la diferencia de presiones entre la parte inferior y superior del vehículo.
- Arrastre: mover el vehículo a través del aire.

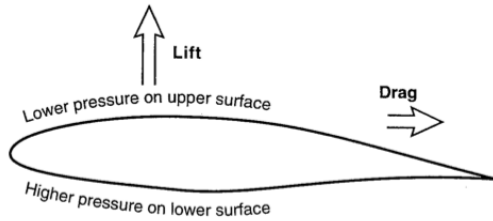


Figura 7. Alerón de un avión

Fuente: (Katz, 1995)

Coefficiente de sustentación:

$$C_L = -0,123$$

Coefficiente de arrastre:

$$C_D = 0,44$$

Tabla 1. Coeficientes típicos de sustentación y arrastre para varias configuraciones

		C_L	C_D
1	Circular plate	0	1,17
2	Circular cylinder $L/D < 1$	0	1,15
3	Circular cylinder $L/D > 2$	0	0,82
4	Low drag body of revolution	0	0,04
5	Low drag vehicle near the ground	0,18	0,15
6	Generic automobile	0,32	0,43
7	Prototype race car	-3,00	0,75

Fuente: (Katz, 1995)

Con los resultados obtenidos podemos ubicar al vehículo automotor personal como un automóvil genérico, con un coeficiente de sustentación mejorado por lo que se tiene características de un vehículo de competencia.

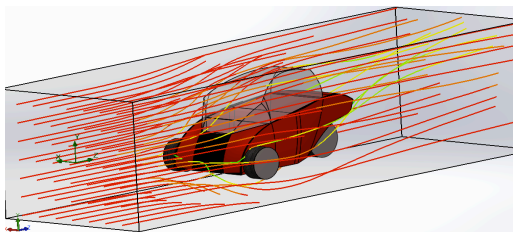


Figura 8. Flujo de aire a través del vehículo.

Fuente: Armas Y, Castillo J.

VIII. CONSTRUCCIÓN DE LA CARROCERÍA.

Para la construcción de la carrocería, basado en el diseño ya elaborado, empezamos a realizar una estructura con perfil de aluminio, que servirá de base y soporte temporal para dar la forma ideal a la carrocería.



Figura 9. Vista lateral del vehículo

Fuente: Armas Y, Castillo J.

Con cartón prensado, se da forma al diseño final de la carrocería, teniendo como base el perfil de aluminio.



Figura 10. Diseño del vehículo con cartón

Fuente: Armas Y, Castillo J.

Al terminar de colocar la fibra de vidrio, se procede a lijar, hasta que quede una capa uniforme, colocar masilla para un mejor acabado con la siguiente proporción de 40 gr de masilla para 1 gr de catalizador.



Figura 11. Masillado de la carrocería de fibra de vidrio

Fuente: Armas Y, Castillo J.

Se lija a mano de manera que toda la superficie este uniforme y para corregir pequeñas ondulaciones se utiliza la masilla 100% catalizada, se da un fondo de pintura que ayuda a dar durabilidad, y que la pintura llegue al color desea.



Figura 12. Carrocería de fibra de vidrio pintada al horno

Fuente: Armas Y, Castillo J.

IX. CONCLUSIONES

- Se diseñó y construyó un vehículo automotor personal con estructura tubular, carrocería en fibra de vidrio y acrílico que cumple con los parámetros de diseño establecidos.
- El diseño del bastidor del vehículo automotor personal es seguro, los valores de tensiones generados están por debajo del límite elástico del material, obteniendo así un factor de seguridad mínimo de 2,2.

- El material AISI 4340 con el que se mecanizó los ejes de transmisión del vehículo automotor personal, se seleccionó adecuadamente, el factor de seguridad mínimo es de 3,23 en eje de transmisión delantero y 3,2 en el eje de transmisión trasero.
- En el vehículo automotor personal se logró conseguir una adecuada y correcta visibilidad que permite al conductor un manejo cómodo, seguro, además con gran agilidad y maniobrabilidad.
- Se ha logrado conseguir un comportamiento satisfactorio y desplazamiento adecuado de la suspensión del vehículo automotor personal para la conducción en zonas urbanas.
- El vehículo automotor a pesar de sus cortas dimensiones, tiene una fácil accesibilidad para el conductor debido a su parabrisas inclinable, puerta de acceso y volante desmontable.
- Las pruebas de funcionamiento realizadas en el vehículo automotor personal permitieron determinar el eficiente trabajo realizado en el diseño y la construcción, logrando así fiabilidad y eficiencia en el manejo.

X. RECOMENDACIONES

- Es recomendable realizar el cambio de aceite de motor cada 1500 km de recorrido, con la finalidad que exista la correcta lubricación en los elementos mecánicos, de esta manera también se evita la pérdida de propiedades del lubricante.
- El mantenimiento al sistema de dirección que se debe realizar consiste en engrase de la caja de dirección, esto es piñón y cremallera, además de verificar el estado de las juntas universales de la columna de la dirección.
- Se recomienda tener una adecuada presión de aire en los neumáticos del vehículo automotor

personal, especialmente en el neumático de tracción trasera, de esta manera no existirá desgaste excesivo.

- El sistema eléctrico del vehículo debe estar protegido los empalmes con un tubo de aplicación térmica poliolefin, y la masa de cables con un tubo plástico corrugado.
- El mantenimiento para el sistema de frenos, el cual es de vital importancia para la seguridad del ocupante se debe realizar cada 2000 km de recorrido, de esta manera evitamos que existan desperfectos mecánicos, y aseguramos un correcto frenado del vehículo automotor personal.
- El límite máximo de velocidad para vehículos livianos, motocicletas y similares en sector urbano es de 50 km/h y el rango moderado de 50 a 60 Km/h.

XI. BIBLIOGRAFÍA

- Miliken, W.F (1995). *Race car vehicle dynamics*. U.S.A: Warrendale.
- Katz, J. (1995) *Race Car Aerodynamics: Designing for speed*. Cambridge: Bentley Publishers.
- Pastiquimica. (s.f.). *Plastiquimica*. Recuperado el 27 de 05 de 2014, de Instructivo para hacer trabajos en fibra de vidrio: http://www.plastiquimica.cl/pdf/Instructivo_Basico.pdf

XII. BIOGRAFÍA



Guido Torres, nació en Alausí provincia de Chimborazo, Ecuador. Se graduó como Ingeniero Mecánico en la Escuela Superior Politécnica de Riobamba- Ecuador y cuenta con un Magíster en Docencia y Administración Educativa en la Universidad Tecnológica

Indoamérica de Ambato-Ecuador, Egresado de la Maestría de Gestión de Energía en la Universidad Técnica de Cotopaxi, Actualmente se desempeña como docente del Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica en el área de Diseño y Mecánica Computacional de la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE en la ciudad de Latacunga.



Stalin Mena, nació en Ambato, Ecuador, Se graduó de Ingeniero Automotriz en la Escuela Politécnica del Ejército, actualmente se desempeña como docente tiempo parcial en el Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica en el área de Diseño y Mecánica en la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE desde el 2008. Imparte servicios de asesoramiento, capacitación en el ámbito automotriz, compartiendo sus conocimientos teórico práctico a los estudiantes y promulgando la investigación científica y la vinculación con colectividad.



Yaroslav Armas Arteaga, nació en Quito, Ecuador. Es Ingeniero Automotriz, presta sus servicios profesionales como asesor en mecánica automotriz.



Juan Carlos Castillo P, nació en Quito, Ecuador. Es Ingeniero Automotriz, presta sus servicios profesionales como asesor en mecánica automotriz.