

“DISEÑO ANÁLISIS Y CONSTRUCCIÓN DE UN CHASÍS Y CARENADO DE UN PROTOTIPO DE MOTOCICLETA PARA LA COMPETENCIA MOTOSTUDENT 2013-2014”

Andrés Echeverría; Jayro Suárez

Director: Ing. Juan Castro

Codirector: Ing. Stalin Mena

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA, ESPE
LATACUNGA ECUADOR**

sebas_ech@hotmail.com ; jayro19@hotmail.com

jtcastro@espe.edu.ec ; smena@espe.edu.ec

RESUMEN

El presente tema de proyecto de investigación describe el proceso completo de diseño de prototipos con tecnología y recursos ecuatorianos lo que implica tomar como punto de partida la determinación de requerimientos dinámicos de una motocicleta de alto desempeño, los criterios de selección de materiales disponibles en el mercado local, la geometría de cada uno de los elementos que componen el chasis en función de dichos materiales y los procesos de manufactura considerando siempre el control de costos del producto final.

Palabras clave: prototipo de motocicleta, Motostudent, tecnología ecuatoriana, construcción artesanal.

ABSTRACT

This thesis project topic describes the complete process of prototyping with Ecuadorian technology and resources which needs to take as a starting point determine dynamic requirements of a high performance motorcycle, the criteria for selection of materials available on the local market, the geometry of each element of the chassis according to the materials and manufacturing processes always considering control costs of the final product

Key words: motorcycle prototype, Motostudent, Ecuadorian technology, handmade construction.



Figura 1 Equipo ESPE Motostudent
Fuente: ASMedia/José Espallargas Motostudent

INTRODUCCIÓN

La movilidad es un tema de profundo interés para todos los gobiernos del mundo. Para las grandes ciudades solucionar los problemas de tráfico y contaminación ha sido el gran desafío del siglo XX y XXI y en medio de todo este panorama las motocicletas han sido un elemento de gran importancia al permitir una movilidad extremadamente ágil y con consumo de combustible menor que cualquier vehículo con motor de combustión; en las ciudades es muy común que una sola persona utilice un vehículo que normalmente tiene capacidad para cinco pasajeros produciendo una mayor contaminación por habitante. Tomando como referencia a uno de los vehículos más eficientes que es el Chevrolet Spark de 995 cc, éste tiene un consumo urbano de 6,6 litros por cada 100 km mientras que la motocicleta Honda CBR de 250 cc tiene un consumo aproximado de 3,8 litros por cada 100 km con capacidad de transportar a una o dos personas.

Solamente Honda que hace poco llegó a producir 300 millones de unidades en un período de 66 años, vendió en el mercado mundial 16.8 millones de motocicletas y solamente en Ecuador en el 2010 esta marca vendió 3563 unidades.¹

Según la Asociación de Empresas Ensambladoras de Motocicletas y Afines (Aemae) Ecuador en el año 2012 se vendió un promedio de 100 000 al año de las cuales “Alrededor de un 55% de motocicletas se ensambla en Ecuador y un 45% es importado, que vienen completamente armadas desde el exterior” afirmación hecha por Oswaldo Landázuri su presidente²

¹ EL UNIVERSO, “Importación motos baja”, disponible en : <http://www.eluniverso.com/2010/05/10/1/1356/importacion-motos-baja-6158-ensamble-sube.html>

² EL TELÉGRAFO, “En Ecuador se vende un promedio de 100000 motos al año”, disponible en : <http://www.telegrafo.com.ec/economia/item/en-ecuador-se-vende-un-promedio-de-100-000-motos-al-ano.html>

En Julio del 2014 el Ministerio de industrias y Producción resolvió en Quito la incorporación del 10% de componente local en la producción de motos hasta diciembre de este año. Además, para completar el requerimiento del Acuerdo Ministerial 13-113, se acordó la incorporación progresiva del 15% hasta marzo 2015 y para junio del próximo año se logrará el 20%, en cumplimiento de la política ministerial para aportar al Cambio de la Matriz Productiva.

Actualmente los ensambladores opinan que la oferta actual de motopartes y piezas es baja, y que la calidad de los proveedores está en camino de alcanzar los estándares deseados.³

Considerando las grandes ventajas del uso de motocicleta para el transporte urbano así como también las iniciativas gubernamentales y las deficiencias de la industria desarrollamos este tema de investigación en la que proponemos no solamente la implementación de un porcentaje ecuatoriano para el Complete Knock Down CKD o kit de ensamblaje sino la creación de todo el chasis y carenado de un prototipo de motocicleta que utiliza materiales, mano de obra, conocimiento y tecnología local enfocado a la participación en la competencia internacional Motostudent 2013-2014 España.

I. DESARROLLO DE CONTENIDOS

A. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

El enfoque de diseño de la motocicleta se centró en varios aspectos fundamentales dentro de los cuales están:

Materiales accesibles: Es importante desarrollar un producto en el que se puedan explotar los recursos locales para impulsar de esa forma la economía local creando un proyecto integrador que involucre a la mayor cantidad de actores beneficiarios del mismo y evitar la necesidad de dependencia de importaciones lo que reduce los costes y permite un menor tiempo para la producción de partes y repuestos.

Seguridad de diseño: Al enfocarse a conductores no profesionales, se considera que al competir contra marcas completamente establecidas en el mercado, uno de los principales factores que nos vuelve competitivos para promocionar nuestro producto, es la seguridad de todas y cada una de las partes fabricadas. Construimos piezas completamente planificadas con ayuda de herramientas

computarizadas de diseño, análisis matemático, control de calidad y prueba final del producto.

Diseño: Al existir una oferta tan grande de motocicletas, nuestra empresa ha desarrollado un diseño completamente innovador que mezcla características tradicionales de motos de carreras con elementos propios y originales obteniendo un producto de curvas suaves y armónicas, mimetizadas con la fuerza y la potencia de un potente motor y un sonido adictivo para cualquier amante del arte y la velocidad.

Costos: Nuestro producto se pensó y desarrolló con la idea de convertirse en la primera opción de un consumidor que desee iniciarse en el mundo de las carreras, un consumidor que está dispuesto a invertir en su pasión pero que obviamente va a controlar su gasto. Ofrecemos un producto económico, completamente accesible para el mercado latinoamericano lo que nos permite asegurar la comercialización de todos nuestros prototipos.

Innovación: Hemos desarrollado aspectos innovadores que nos acercan a los gustos de consumidores jóvenes amantes de la tecnología así como también a consumidores experimentados amantes de la mecánica.

B. CRITERIOS MATEMÁTICOS

Ubicación del centro de gravedad:

$w := 1.2 \text{ m}$	Distancia entre ejes
$F_1 := 529.2 \text{ N}$	Peso de la rueda delantera
$R_1 := 637 \text{ N}$	Peso de la rueda trasera
$x := \frac{R_1 \cdot w}{(R_1 + F_1)}$	Ec. 1 Ubicación del centro de gravedad en el eje longitudinal
$x := 0.655 \text{ m}$	
$h := 0.2 \text{ m}$	Altura de elevación de la llanta posterior en la segunda medición
$r_f := 0.5 \text{ m}$	Radio de las llantas
$r_r := 0.5 \text{ m}$	

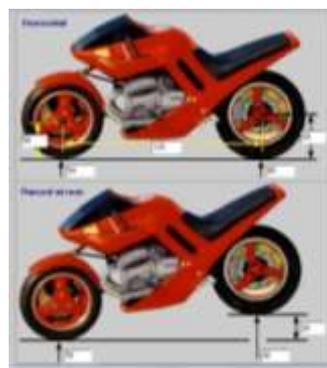


Figura 2 Cálculo de altura del centro de gravedad
Fuente: Autores a través del software CoG calculator de Tony Foale

³ MINISTERIO DE INDUSTRIAS ECUADOR, "para junio de 2015 las motocicletas ensambladas en Ecuador contarán con 20% de componente nacional", disponible en: <http://www.industrias.gob.ec/bp-159-para-junio-de-2015-las-motocicletas-ensambladas-en-el-ecuador-contaran-con-20-de-componente-nacional/>

Altura del centro de gravedad: 0,798 m

Frenado

El tiempo de frenada se consideró como la mitad del tiempo en que la moto alcanza la velocidad de 100 km/h

$$t := \frac{5.2}{2} s$$

$$V := 27.78 \frac{m}{s} \quad \text{Velocidad de referencia}$$

$$E := \frac{1}{2} m \cdot V^2 \quad \text{Ec. 2 Energía de frenado}$$

$$E := 4.595 \cdot 10^4 J$$

$$a := \frac{V}{t} \quad \text{Ec. 3 Aceleración}$$

$$d := \frac{V^2}{2a} \quad \text{Ec. 4 Distancia de frenado}$$

$$d := 36.114 m \quad \text{Distancia de frenado}$$

$$F := \frac{E}{d} \quad \text{Ec. 5 Fuerza de frenado}$$

$$F := 1.272 \cdot 10^3 N$$

Cálculo de transferencia de peso:

$$a := 9.8 \frac{m}{s^2}$$

$$\Delta W := \frac{m \cdot a \cdot h}{w} \quad \text{Ec. 6 Cálculo de transferencia de pesos}$$

$$\Delta W := 19.829 N$$

Esfuerzos producidos en la horquilla:

$$\alpha := 20^\circ$$

$$B := 100 N \quad \text{Fuerza de frenada}$$

$$F_c := (m \cdot g) \cdot \cos(\alpha) \quad \text{Ec. 7 Fuerza de compresión de la horquilla}$$

$$F_c := 111.797 N$$

$$F_d := (m \cdot g) \cdot \sin(\alpha) \quad \text{Ec. 8 Fuerza que dobla la horquilla}$$

$$F_d := 40.691 N$$

$$F_{cf} := (m \cdot g \cdot \cos(\alpha)) + B \cdot \sin(\alpha) \quad \text{Ec. 9}$$

Fuerza de compresión de la horquilla al frenar

$$F_{cf} := 145.999 N$$

$$F_{cf} := (m \cdot g \cdot \sin(\alpha)) - B \cdot \cos(\alpha) \quad \text{Ec. 10}$$

Fuerza que dobla la horquilla al frenar

$$F_{cf} := -53.278 N$$

Resistencia aerodinámica al avance:

$$F_{xa} := 370 \quad \text{Fuerza de resistencia sin piloto (N), "dato de simulación"}$$

$$F_{xap} := 441 \quad \text{Fuerza de resistencia con piloto (N), "dato de simulación"}$$

$$ancho := 0.56$$

$$alto := 1.287$$

$$\rho := 1.29 \quad \text{Densidad del aire (kg/m}^3\text{)}$$

$$Af := ancho \cdot alto$$

$$Af := 0.721 m^2$$

$$V := 160 \quad \text{Velocidad máxima (km/h)}$$

$$vm_{ps} := V \cdot \frac{1000}{3600} \quad \text{Velocidad máxima (m/s)}$$

$$C_x := \frac{2 \cdot F_{xa}}{\rho \cdot Af \cdot vm_{ps}^2} \quad \text{Ecuación 11 Coeficiente aerodinámico}$$

$$C_x := 0.403 \quad \text{Coeficiente aerodinámico}$$

$$C_{xp} := \frac{2 \cdot F_{xap}}{\rho \cdot Af \cdot vm_{ps}^2} \quad \text{Ecuación 12 Coeficiente aerodinámico con el piloto}$$

$$C_{xp} := 0.48 \quad \text{Coeficiente aerodinámico con el piloto}$$

C. SELECCIÓN DEL MATERIAL

El primer paso para iniciar la manufactura de los diferentes elementos que conforman el chasis es la elección del material adecuado para soportar las solicitaciones establecidas en el diseño.

Tabla 1

Criterios de calificación

Cuantificación	Valor
Buena	3
Media	2
Mala	1

Fuente: Elaborado por autores

Tabla 2

Criterios para la elección del material

Nomenclatura: I peso, II costo, III accesibilidad, IV manipulación y fabricación, V Resistencia a impactos

Material	I	II	III	IV	V	TOTAL
Acero	1	3	3	3	3	13
Aluminio	2	2	1	2	2	9
Fibra de carbono	3	1	1	1	1	7

Fuente: Elaborado por autores

El tipo de material seleccionado fue el acero, ya que realizamos un análisis exhaustivo respecto a costo, accesibilidad, manipulación, fabricación y resistencia a impactos donde obtuvo 3 puntos a la calificación asignada para la respectiva selección. En nuestro país la accesibilidad que tenemos con el acero es realmente muy buena ya que podemos encontrar en cualquier parte del país, aparte de que el costo es relativamente barato comparando con otros materiales que por sus propiedades son caros.

A pesar de su gran peso, es el material por el que optamos ya que tiene otras propiedades que nos ayudaron a la construcción de la motocicleta.

Tabla 3

Ponderaciones de los diferentes tipos de bastidores.
 Nomenclatura: I. Rigidez y torsión, II. Espacio, III. Fabricación, IV. Costo, V. Factibilidad, VI. Peso;

Tipo	I	II	III	IV	V	VI	Total
Tubular	3	3	3	2	3	2	16
Espina central	2	3	3	3	1	2	14
Monocasco	3	2	1	1	1	1	9
Doble viga	3	2	1	1	1	1	9
Motor estructural	1	3	3	3	1	3	14

Fuente: Elaborado por autores

La selección fue una estructura tubular, ya que la rigidez y torsión de una estructura tubular permite mantener una excelente estructura para que este sea sometido a las respectivas pruebas a realizar en la competencia, la fabricación es mucho más accesible para realizar los respectivos trabajos en el material escogido, el espacio que ocupa es mínimo ya que se puede manipular el material para dar forma y estructura, a pesar de que tenemos un peso que no favorece y el costo de fabricación es un poco elevado, se optó por este material por la accesibilidad y factibilidad que se tiene en el mercado ecuatoriano.

D. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL CHASIS Bastidor

El prototipo utiliza un bastidor tubular triangulado de doble cuna fabricado en acero normalizado NTE INEN 2415 -08⁴.

Esta configuración ofrece muy buenas características de rigidez, resistencia a impactos, extracción de calor del habitáculo del motor, fácil acceso para arreglos mecánicos, un peso adecuado considerando el peso mínimo reglamentario y una estética perfecta para el diseño de la motocicleta. (Bradley, 1996)



Figura 3. Modelación del bastidor
 Fuente: Elaborado por autores

Análisis de esfuerzos:

Carga máxima frontal

Esfuerzo: 300 kg

Tensiones máximas: 4.99842e+008 N/m²

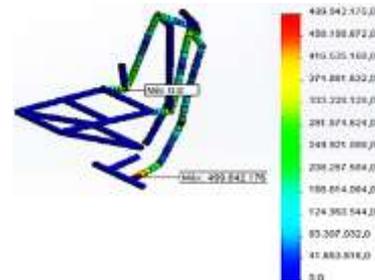


Figura 4. Simulación de tensiones con carga frontal
 Fuente: Elaborado por autores.

Sub bastidor

El soporte del asiento se ensambló en localizaciones específicas, para evitar concentraciones de esfuerzos y así minimizar todo efecto negativo debido al peso del piloto.

Esfuerzo aplicado: 250 kg

Tensiones 1.9558e+008 N/m²:

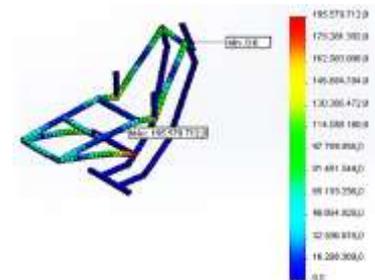


Figura 5. Simulación de tensiones con carga posterior
 Fuente: Elaborado por autores.

Triangulación

Se realiza la triangulación para distribuir de mejor manera las cargas recibidas y de esta manera minimizar los efectos de la flexión sobre los tubos. (Cossalter, 2006)

La localización de los puntos a soldar es primordial, ya que si una medida se escapa de la tolerancia admitida de acuerdo al diseño, los efectos que pueda causar son diferentes a los esperados, por eso la colocación de los tubos en la triangulación debe realizarse con sumo cuidado. (Cocco, 2004)

⁴ Material certificado por la empresa Acero Comercial del Ecuador
<http://www.acero comercial.com/>
 Revisar anexo norma técnica NTE INEN 2415-08



Figura 6. Triangulación completa del bastidor
Fuente: Elaborado por autores

Basculante

El basculante es el resultado de una composición de vigas rectangulares y tubos fabricados con materiales regidos bajo la norma NTE INEN 2415-08, se presenta esta configuración por tres razones fundamentales: curvas uniformes sin deformación, resistencia y un diseño completamente innovador.

En la elaboración del basculante se usó un perfil rectangular, soldado con los mismos requerimientos que para la primera parte del chasis de forma tubular circular.

Para acoplar el basculante con su eje al resto del chasis se emplearon uniones empernadas, de tal manera que se produzcan las oscilaciones requeridas en la llanta.



Figura 7. Modelación del basculante
Fuente: Elaborado por autores.

Tensión máxima:
 $4.97089e+007 \text{ N/m}^2$

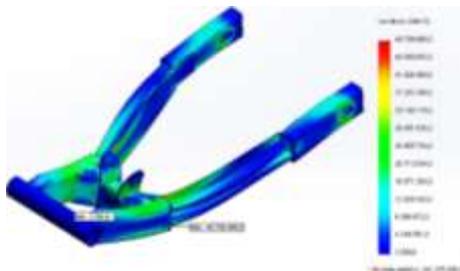


Figura 8. Esfuerzos en el basculante
Fuente: Elaborado por autores.

Amortiguación delantera

Para la amortiguación delantera se usó una horquilla telescópica que une al chasis con la llanta delantera y que permite el direccionamiento de la misma.



Figura 9. Ensamble del sub-bastidor (soporte del asiento)
Fuente: Elaborado por autores

Suspensión trasera

Existen muchos sistemas de suspensión basados en palancas, nosotros desarrollamos nuestra propia versión en la que tomamos la ventaja de la suspensión de automóviles push rod, utilizando una push bar que nos permite regular cualquier amortiguador que originalmente presente un diseño sin regulación y la fusionamos con los sistemas de compresión progresivos de las motos de carreras.

El sistema presenta varias ventajas como rigidez y rapidez de reacción y lo mejor de todo es que se conforma de un conjunto sencillo de elementos a muy bajo costo.

Balancín de suspensión

Este es el corazón del sistema de suspensión, debido a la cantidad de esfuerzos al que está sometido utilizamos acero ASTM A36 con estructura reforzada.

Tensión máxima: $2.05379e+08 \text{ N/m}^2$

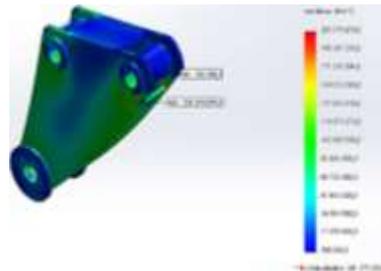


Figura 10. Esfuerzos en el balancín de la suspensión
Fuente: Elaborado por autores.

Carenado

Análisis aerodinámico

Parámetros de cálculo:

Velocidad máxima: 160 km/h

Gas: aire

Temperatura ambiental: 20 °C

Presión Atmosférica: 102200 Pa

Velocidad máxima del viento: 100 km/h

Flujo de aire en la máscara:

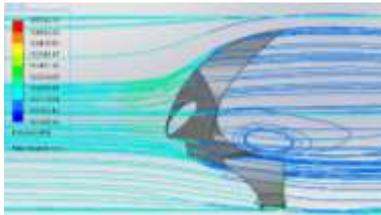


Figura 11. Flujo de aire frontal
Fuente: Elaborado por autores.

Análisis aerodinámico de la moto con piloto



Figura 12. Aerodinámica de la moto con piloto
Fuente: Elaborado por autores

Coefficiente aerodinámico con piloto: 0.48

El carenado está compuesto por dos laminaciones de fibra de vidrio, una capa de recubrimiento de gel coat recubierto, tres capas de pintura para un acabado liso además de vinilos decorativos.

Como características destacadas están que la fibra de vidrio permite tener formas altamente estilizadas, muy livianas y un bajo costo al nivel de producción proyectado para los 600 prototipos.

La máscara presenta dos tomas de aire especialmente ubicadas para dirigir el aire hacia el airbox aprovechando al máximo el aire que circula alrededor. (Bradley, 1996)



Figura 13. Ensamble de los moldes de fibra de vidrio del carenado
Fuente: Elaborado por autores



Figura 14. Moto Terminada
Fuente: Elaborado por autores

E. PRUEBAS

Pruebas estáticas

Este tipo de pruebas se las realizó previamente a las pruebas en pista, todo esto en un primer filtro para determinar la idoneidad de la motocicleta frente a los respectivos requerimientos que se encuentran en el reglamento vigente.

Todos los ensayos se validaron con jueces expertos en el tema para así poder determinar el puntaje correcto en cada prueba.



Figura 15. Revisión de los jueces
Fuente: Elaborado por autores

Ergonomía

El diseño de la moto deberá estar dentro de unos límites de ergonomía que correspondan a un piloto de estatura y peso medios.

Tomando el percentil de tallas P95 (Que comprende al 95% de la población), la posición de pilotaje de una motocicleta deportiva estándar, en posición normal de conducción (No en posición de máxima velocidad), está comprendida por los siguientes ángulos:

α : Ángulo de la espalda con la vertical. Para una motocicleta deportiva se recomiendan ángulos entre 19° y 40° .

β : Ángulo de flexión de rodillas. Para una motocicleta deportiva se recomiendan ángulos entre 65° y 77° .

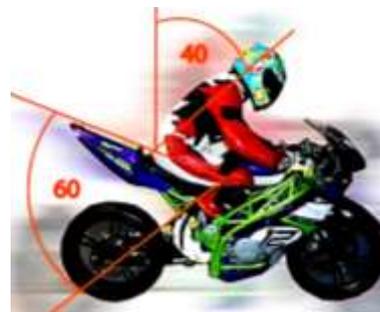


Figura 16. Ángulos de ergonomía
Fuente: Elaborado por autores

Verificación de seguridad en banco

La moto se someterá a una serie de fuerzas horizontales y verticales en un banco de ensayos para comprobar rigidez del chasis, correcto ensamblaje, y trabajo de suspensiones.

Se aplicarán sobre la moto las siguientes fuerzas:

Carga horizontal progresiva en rueda delantera:
300kg

Carga vertical progresiva sobre el asiento:
250kg

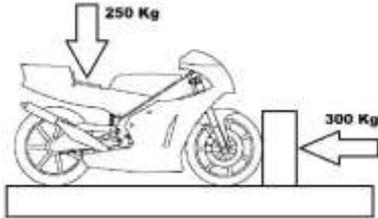


Figura 1714. Descripción gráfica de la prueba.

Fuente: Motostudent

Estas cargas se aplicarán sucesivamente 2 veces consecutivas y se verificará que la medida es repetitiva en cuanto a deformación con un error entre medidas inferior a un 10% y que no aparece ningún tipo de fallo o fisura en los componentes estructurales o elementos de unión.

Pruebas en pista

Todas estas pruebas se realizaron en la competición, posterior a la calificación por parte de los jueces en las especificaciones técnicas, estas pruebas que según reza en el reglamento se consideran como pruebas dinámicas.

Pole position

Esta prueba consiste en obtener el tiempo más rápido en dar una vuelta al circuito de velocidad. La medición de los tiempos de esta prueba se llevara a cabo durante la sesión de entrenamientos cronometrados.

Tabla 4

Datos obtenidos en la prueba

Bike number	Team	Best Time
12	ESPE MOTOSTUDENT	1' 28,227

Fuente: Motostudent

Vuelta rápida en carrera

Durante la carrera se evaluará la prueba de vuelta rápida.

Tabla 5

Datos obtenidos en la prueba

Bike number	Team	Best Lap
12	ESPE MOTOSTUDENT	1' 27,073"

Fuente: Motostudent

Posición En carrera:

El prototipo logró superar todas las pruebas y completo la carrera final que se realizó en el circuito Motorland en España. La carrera final consistió en 20 minutos de carrera en pista más una vuelta final



Figura 15. Circuito Motorland Aragón

Fuente: Elaborado por autores

Tabla 6

Numeración de las Universidades

Bike Number	Team	Position	Score
1	UMH Moto Experience	1	50
2	Motogipir ETSIAT	3	35
3	Motobru	4	30
4	EPS-UJA Team	18	18
5	Motostudent Unizar	7	40
6	UPNA - Motostudent		0
7	ETSHUJ MOTOSTUDENT	6	45
8	ZVfreshPolis	10	32
9	ULMou		0
10	MotUPCT	4	45
11	Coyotes Moto Racing Univer	13	30
12	ESPE MOTOSTUDENT	16	18
14	Bilbao Stokala ETSB Team	14	25
15	US - Racing Engineering	11	35
16	UAB Racing Engineering	12	30
17	GMT (Gastrowerke Moto Team) UPVEHU	11	40
18	MCS-Uniovi	15	30
19	Florida Moto Team II		0
21	EUFT Bikas	10	40
22	Uniova Motostudent	8	35
23	GALO DE CAMBRIA MOTULRACING - UJECO		0
24	EPSEVO Racing Team		0
25	UCO RACING	7	40
26	UPNA-Racing		0
27	Uc3Mako		0
28	ETSER RACING	20	20
29	UC Racing Students	9	40
30	Técnicas Project B ULPGC		0
31	BME Motostudent Team	17	25
32	EPSA Motorsport Team		0

Fuente: Motostudent

F. MARCO ADMINISTRATIVO

Recursos humanos

Investigadores y constructores del prototipo Jayro Suárez y Andrés Echeverría
Miembros del equipo ESPE Motostudent: representante universitario Ing. Luis Mena, Verónica Andrade, Andrés Jácome, Evelin Loor, Gonzalo Mendes, Tania Molina, Deysi Espinosa, Joan Cabrera.

Ing. Juan Castro designado Director de investigación, Ing. Stalin Mena que en calidad de Codirector.

Recursos tecnológicos

Para el desarrollo del proyecto fue necesario adquirir y utilizar el recurso tecnológico siendo estos: dispositivos electrónicos y mecánicos, software de diseño, sistemas CAD, libros, experiencias técnicas, manuales, papers, los mismos que promovieron a complementar la fase investigativa.

Recursos materiales

Representan los recursos materiales de la construcción física del proyecto: Suelda Lincoln MIG, suelda TIC, taladro, amoladora, torno, fresadora, tronzadora, esmeril, prensa hidráulica, matriz dobladora, entre los más representativos.

Presupuesto

Tabla 7

Presupuesto

Sistemas	Total
Sistema de Frenos	\$ 427,55
Motor & Transmisión	\$ 2.115,95
Estructura & Cuerpo	\$ 706,73
Sistema Electrónico	\$ 1.564,50
Pintura & Acabados	\$ 102,01
Sistema de Dirección y Suspensión	\$ 621,63
Neumáticos y Llantas	\$ 427,20
Total de la Moto	\$ 5.965,58

Fuente: Elaborado por Tania Molina

II. CONCLUSIONES

- El prototipo aprobó todos los requerimientos de calidad y seguridad necesarios para participar de forma integral en la competencia.
- Todos los análisis y estudios realizados en los materiales, fueron satisfactorios para lograr un producto fiable y de alta calidad.
- El mecanismo desarrollado para el sistema de suspensión trasera, así como también la disposición de la horquilla de la suspensión delantera fueron altamente eficientes para asegurar una conducción estable bajo todos los requerimientos de conducción en el circuito de carreras.
- La disposición aerodinámica del carenado permitió una refrigeración adecuado del motor, además de una baja resistencia aerodinámica y un diseño estético original e impecable.
- Este proyecto de investigación logró ubicarse en el XI puesto en la categoría de diseño, en el III puesto de innovación, V puesto industrial y XVI puesto en carrera, de 34 participantes internacionales, siendo estos excelentes logros, considerando que

esta es la primera moto diseñada en Ecuador.

- De un total de 34 equipos, junto con tres universidades brasileras seremos los únicos representantes latinoamericanos y pese a las limitaciones económicas y tecnológicas, el buen desarrollo del proyecto ratifica el talento de especialistas jóvenes que se sobrepone sobre dichas limitaciones.
- Este proyecto logra el interés de la industria que necesita un fuerte impulso para iniciar no solo como motopartistas sino como creadores de un producto completo, permitiendo también impulsar una mayor cantidad de emprendimientos de diseño y deportes motorizados en el futuro.
- España es un país que ha impulsado ampliamente el motociclismo y de hecho de ese país son natales los principales pilotos del presente campeonato de Moto GP como Jorge Lorenzo, Dani Pedrosa, Álvaro Bautista, Marc Márquez, Héctor Barbera, Iván Silva y Aleix Espargaro. De nuestra participación en el circuito MotorLand de España se logrará una buena experiencia para seguir impulsando este deporte y toda una industria en Ecuador.
- Esta es la primera motocicleta de carreras diseñada y construida en Ecuador y este emprendimiento se relaciona directamente con el proyecto de cambio de matriz productiva que pretende industrializar al país, estamos convencidos que este inicio, este prototipo y su consecuente evolución será el futuro de vehículos creados en Latinoamérica.

III. RECOMENDACIONES

- Es importante realizar una proyección previa de gastos del proyecto para poder tomar las mejores decisiones de selección de materiales, de procesos de manufactura y de logística para el funcionamiento del equipo.
- Es muy importante realizar todos los estudios de diseño y materiales antes de iniciar la construcción del prototipo para evitar futuros errores.
- Para el proceso construcción del bastidor se recomienda trabajar con matrices guía tanto para el doblado de los tubos así como también para la fijación de los elementos estructurales al momento soldarlos.
- De igual manera una vez que se ha realizado todo el modelado del bastidor o del basculante se recomienda utilizar plantillas que

- para el recorte de los tubos "Trimming" para lograr una unión perfecta entre ellos
- Al ser un deporte altamente competitivo que funciona con la perfecta interrelación de varios sistemas, es fundamental trabajar con buen equipo de trabajo que logre superar todos los requerimientos de las pruebas y de la carrera final.
 - Al ser un proyecto de diseño de un prototipo, existen muchas alternativas en la toma de decisiones para configuración geométrica, configuración estructural, mecanismos de suspensión, etc. Por lo que es importante tomar referencias de diseños de motocicletas profesionales de carreras o de proyectos pasados que hayan participado en competencias similares.
 - Como diseñadores de este prototipo y desarrolladores del proyecto Motostudent, recomendamos a los docentes y estudiantes de toda la universidad
 - Este es un primer paso en la creación de una industria enfocada a la creación de productos en Ecuador. Es importante impulsar esta iniciativa, continuar con investigación para crear un producto lo suficientemente competitivo para incursionar en el mercado local y mundial.

IV. Referencias

- [1]. 2013-2014, R. T. (s.f.).
- [2]. Arias-Paz, M. (2005). *Motocicletas*. Dossat.
- [3]. Arpem Networks SL. (noviembre de 2009). *arpem*. Obtenido de <http://www.arpem.com/pruebas/ferias/motos/2009/presentacion-moto-2-laglissee-gp6-modenagui/fotos/presentacion-moto-2-laglissee-chasis-3.html>
- [4]. Arpem Networks SL. (2014). *arpem.com*. Obtenido de <http://www.arpem.com/motos/modelos/honda/modelos-11/cbf-600-n.html>
- [5]. Bradley, J. (1996). *The racing motorcycle, a technical guide for constructors*. Broadland Leisure Publications.
- [6]. Cocco, G. (2004). *Motorcycle Design and Technology, How and Why*. Giorgio NADA Editore.
- [7]. Cosentino Engineering. (19 de octubre de 2011). *Adventura Rider*. Obtenido de <http://www.advrider.com/forums/showthread.php?t=720777&page=9>
- [8]. Cossalter, V. (2006). *Motorcycle Dynamics*. Lulu.
- [9]. Egli Motorradtechnik AG. (s.f.). *Egli Racing*. Obtenido de <http://www.egli-racing.ch/de/p7-7708.html>
- [10]. Ercolina Loc. (18 de agosto de 2014). *Lo que debe saber antes de curvar tubos o tuberías..*. Obtenido de <http://es.ercolina.com/recursos/preguntas-mas-frecuentes/>
- [11]. Florez, A. (s.f.). *Manual de la motocicleta*. Obtenido de <http://aprobaciones.jimdo.com/manual-de-la-motocicleta/>
- [12]. Foale, T. (2003). *Motocicletas, comportamiento dinámico y diseño de chasis*.
- [13]. García, J. D. (28 de abril de 2011). Obtenido de Repaso a la motocicleta en España: <http://0moving0.blogspot.com.es/2011/04/repaso-la-motocicleta-en-espana.html>
- [14]. García, R. (1 de agosto de 2012). *Motos Cafe Racer*. Obtenido de <http://rabarivonich.blogspot.com/2012/08/motos-cafe-racer.html>
- [15]. INDURA. (28 de agosto de 2014). *MEDIDAS DE SEGURIDAD PERSONAL PARA SOLDAR*. Obtenido de http://www.indura.net/_file/file_1774_af_seg_re.pdf
- [16]. Ingemeconica. (20 de agosto de 2014). *Fundamentos de la Soldadura MIG-MAG*. Obtenido de <http://ingemeconica.com/tutorialsemanal/tutorialn53.html#seccion51>
- [17]. Luis, J. (23 de diciembre de 2011). *Ossa Monocasco: Santiago Herreros*. Obtenido de <http://lsrbikes.blogspot.com/2011/12/ossa-monocasco-santiago-herreros.html>
- [18]. Luz, T. (2010). *História da Honda*. Obtenido de <http://slideplayer.com.br/slide/391170/>
- [19]. Moore, M. (9 de mayo de 2013). *eurospares.com*. Obtenido de http://www.eurospares.com/graphics/AHRMA/AHRMA_2014_9_7_3_f_web.pdf
- [20]. *Moto recicló*. (s.f.). Obtenido de <http://motobancadalaser.com/chasis-doble-cuna-tubo-de-acero.html>
- [21]. NeoAuto. (4 de octubre de 2012). *La moto en el tiempo*. Obtenido de <http://neoauto.com/blog/varios/la-moto-en-el-tiempo>
- [22]. Oygasa. (28 de agosto de 2014). *Manual del soldador*. Obtenido de <http://www.oygasa.com/attachments/article/45/manual%20del%20soldador.pdf>

- [23]. PLUSMOTO. (s.f.). *Ducati 1199 Panigale y su ingeniería*. Obtenido de <http://www.plusmoto.com/ducati-1199-panigale-ingenieria.html/ducati-1199-panigale-frame-cad-03-635x397#imagen>
- [24]. Robinson, J. (1994). *Motocicletas: Chasis*. Paraninfo.
- [25]. Simple Machines LLC. (14 de julio de 2011). *Los foros de epifumi*. Obtenido de <http://www.epifumi.com/foro/index.php?topic=12442.0>
- [26]. TWO STROKES. (1 de febrero de 2008). *North American Two-Stroke*. Obtenido de <http://2stroker.createforumhosting.com/viewtopic.php?f=11&t=1040&start=15&&view=print>
- [27]. XIAN FAST EAST IMPORT&EXPORT CO. LTD. (2008). *arlume.com*. Obtenido de <http://arlume.com/productinfo.asp?id=1097>
- [28]. Yamaha Motor Global. (1 de septiembre de 2002). *R6 2003: State of the art in 600 cc supersport*. Obtenido de <http://www.yamaha-motor.eu/designcafe/en/about-bikes/classics/index.aspx?view=article&id=441106>

V. BIOGRAFÍA



Ing. Andrés Sebastián Echeverría Villafuerte nació en Quito, el 1 de Junio de 1989. Estudió Ingeniería Automotriz en la universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Fue integrante del primer equipo Latinoamericano

participante en la competencia FORMULA STUDENT GERMANY en el año 2011. En el año 2013 creó y fue el director del equipo ESPE Motostudent donde diseñó un prototipo de motocicleta de carreras para la competencia Internacional MOTOSTUDENT 2013-2014.



Ing. Jayro Agustín Suárez Quezada nació en Quito, el 4 de Abril de 1988. Es Ingeniero Automotriz de la universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. En el año 2013 Fue Supervisor Operativo de

Flotas en Franquicia Quito Norte de DINADEC – Cervecería Nacional. En el mes de Julio del 2014 es Gerente General de Suárez Distribución Cia. Ltda. una distribuidora del segmento ICE en UNILEVER.



Ing. Juan Castro, nació en Ambato, Ecuador, es Ingeniero Mecánico, sus estudios universitarios los realizó en la ESPOCH, también es

Magister en Docencia Universitaria, Especialista en Elaboración de Proyectos Científicos y Tecnológicos, Docente tiempo completo en la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE Extensión Latacunga desde 1992, actualmente Director de la Carrera de Ingeniería Automotriz.



Ing. Jorge Stalin Mena, nació en Ambato, Ecuador, es ingeniero <automotriz, es docente tiempo parcial en la universidad de las Fuerza Armadas – ESPE desde el 2008. Importante servicios de

asesoramiento, capacitación en el ámbito automotriz, compartiendo sus conocimientos teórico práctico a los estudiante y promulgación científica y la vinculación con la colectividad.