



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LOS SUBSISTEMAS DE AIRE PARA UN MOTOR SHERCO MONOCILÍNDRICO DE 250CC Y CUATRO TIEMPOS PARA EL EVENTO MOTOSTUDENT 2013- 2014”

FECHA ÚLTIMA REVISIÓN: 13/12/11

CÓDIGO: SGC.DI.260

VERSIÓN: 1.0



MENÚ PRINCIPAL

- ANTECEDENTES
- JUSTIFICACIÓN
- OBJETIVOS
- ESTUDIOS REALIZADOS PREVIAMENTE
- EL MOTOR SHERCO
- SUBSISTEMA DE ADMISIÓN
- SUBSISTEMA DE ESCAPE
 - EQUIPO DE SEGURIDAD
 - PROCESOS DE SOLDADURA
- PRUEBAS
- ANÁLISIS ECONÓMICO
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



ANTECEDENTES

- *La MOTO ENGINEERING FOUNDATION promueve la competición MotoStudent, un desafío entre equipos de estudiantes universitarios.*



Figura 1 Logotipos de MotoStudent y de Moto Engineering Foundation

Fuente: Reglamento General MotoStudent



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

- Se trata de fabricar y evaluar un prototipo de moto de competición con una cilindrada de 250cc y cuatro tiempos, la cual será puesta a prueba y valorada en una prueba final en el circuito de MotorLand Aragón.
- Se pone a prueba su creatividad y habilidades para innovar aplicando directamente sus capacidades como ingenieros contra otros equipos universitarios de todo el mundo durante un período de tres semestres.



JUSTIFICACIÓN

- La realización de este proyecto da a la “Universidad de la Fuerzas Armadas”- ESPE una proyección internacional de gran importancia, cabe recalcar que pocas universidades de América han logrado participar en eventos de este tipo.
- Romper el paradigma de que el Ecuador apenas es capaz de producir materia prima sino que también somos capaces de diseñar y construir a nivel internacional, promoviendo la inversión extranjera para poder desarrollar avances tecnológicos en la rama automotriz.



OBJETIVOS

Investigar información teórica relacionada con el diseño de prototipos de subsistemas de aire para motores de cuatro tiempos.

Evaluar los resultados obtenidos del diseño y construcción.

Cumplir el reglamento vigente del evento MotoStudent 2013-2014.

Diseñar y construir los subsistemas de aire para un motor Sherco monocilindrico de 250 CC; cuatro tiempos para el evento "MotoStudent 2013-2014".

Implementar los diseños realizados tanto del sistema de admisión de aire (Ram- Air) como el de escape en el prototipo que se elaborará para el evento MotoStudent 2013- 2014.

Diseñar y construir un sistema de admisión de aire (Ram- Air) eficiente que permita el mejor desempeño de un motor Sherco monocilindrico de 250 cc de cuatro tiempos.

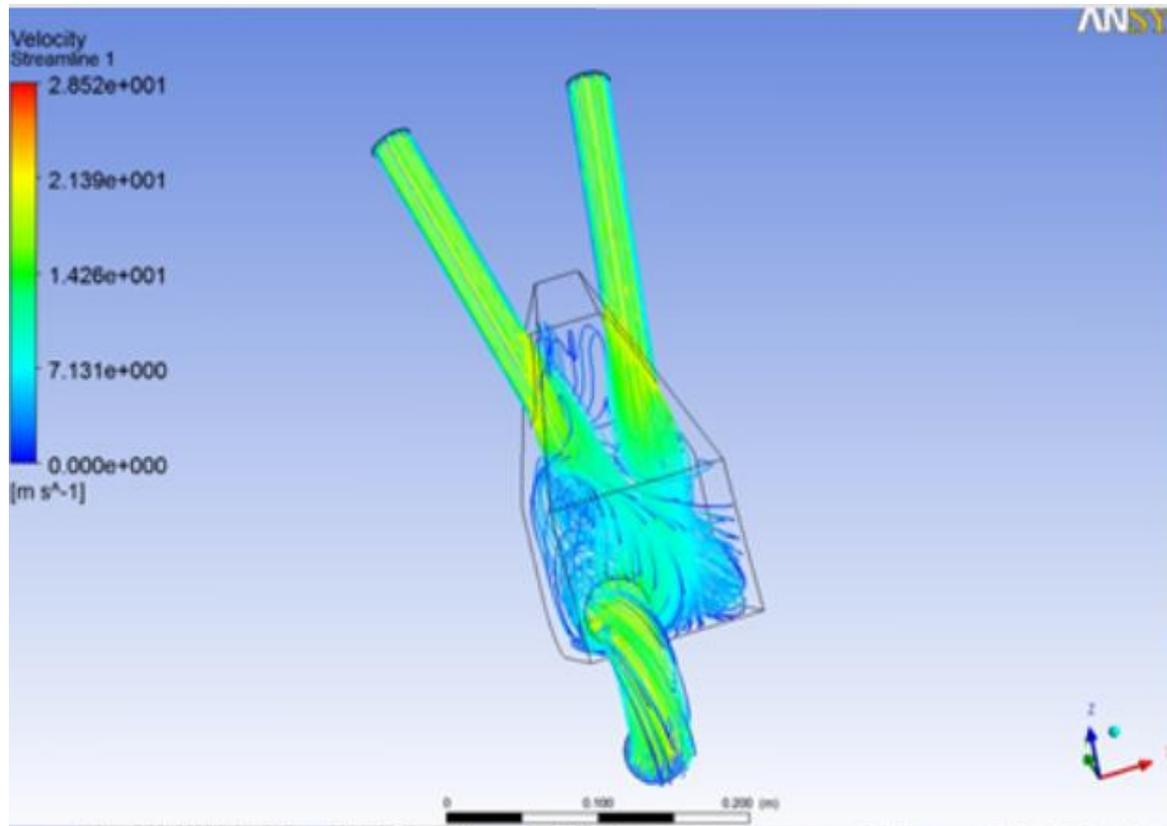
Diseñar y construir un sistema de escape que cumpla con las normativas y reglamentos para su aplicación en el evento MotoStudent 2013- 2014.



RESULTADOS OBTENIDOS POR LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA

- RAM- AIR
- Según investigadores de la “Universidad de Sevilla” y su equipo “USRacing” participantes habituales del evento Motostudent su sistema de Ram- Air ha logrado disminuir la velocidad de flujo en el conducto de admisión aumentando la presión mejorando de esta manera la combustión con lo que ha obtenido un incremento de 2 a 6 CV de potencia del motor

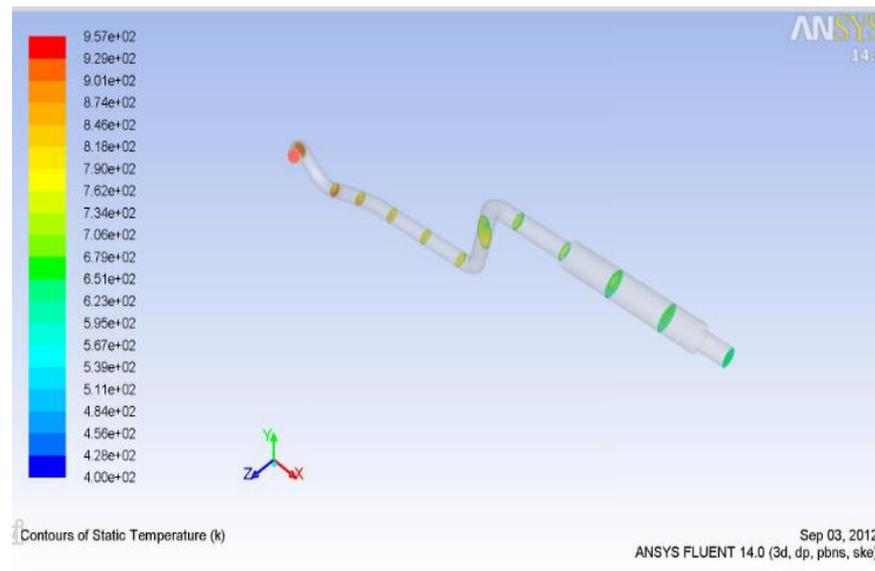




Disminución
de velocidad
del fluido
desde 21.3
m/s a 7.13
m/s

Figura 11 RAM- AIR universidad de Sevilla
Fuente: (Racing Engineering, 2013)

- ESCAPE
- La construcción del escape constó de un diseño tradicional el cual estaba acorde con el modelo estructural de la motocicleta el silenciador no fue objeto de construcción, seleccionaron un escape de competencia.



Perdidas de temperatura al momento de la salida de los gases 750°k hasta 745°k



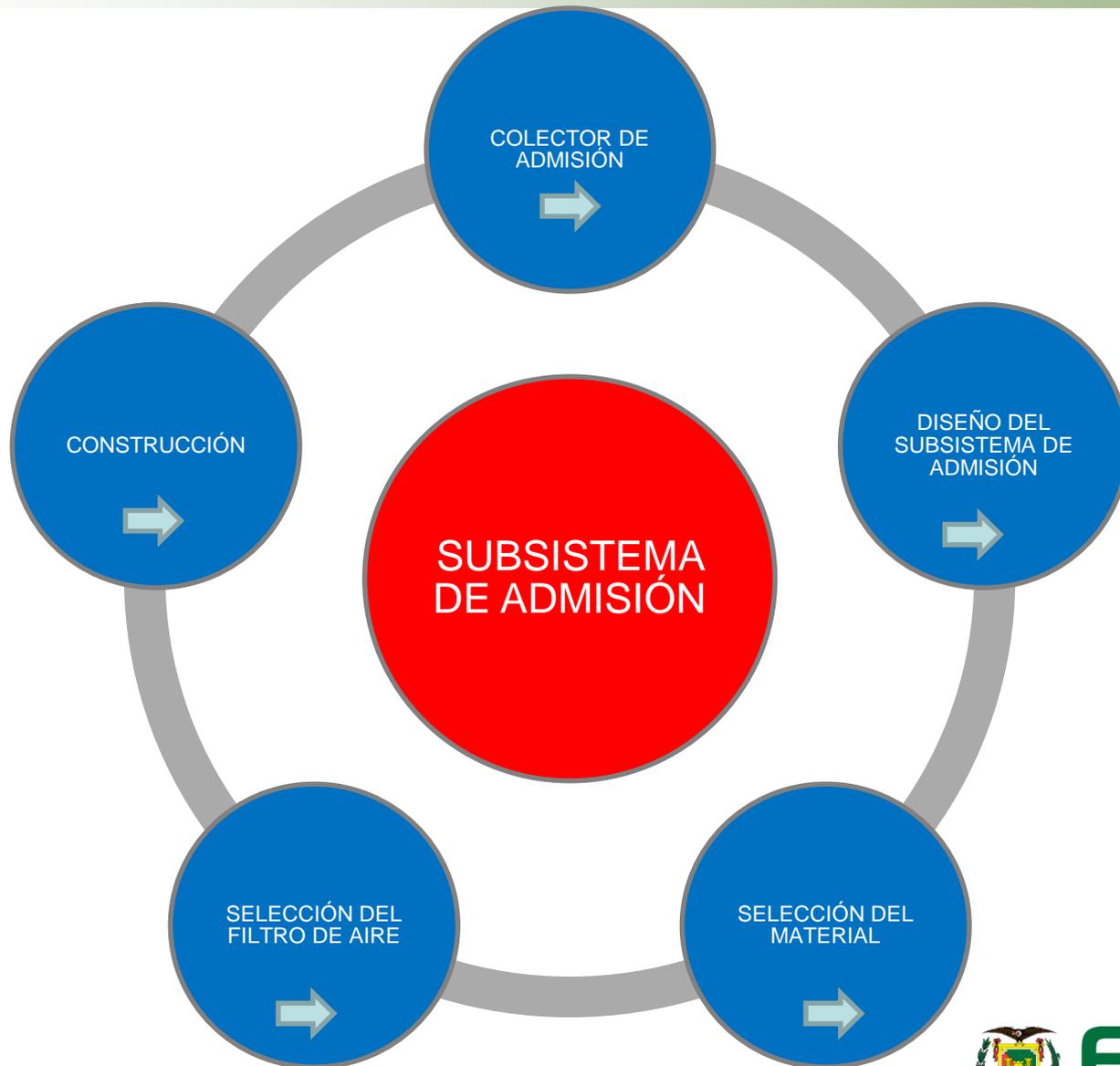
Figura 12 Escape Universidad de Sevilla
Fuente: (Racing Engineering, 2013)



CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR SHERCO

Ciclo de motor	4 tiempos
Distribución	DOHC, 4 válvulas
Diámetro del cilindro (mm)	76,0
Carrera del cilindro (mm)	54,80
Relación de compresión	12,6:1
Alimentación	Inyección electrónica digital Magnetti Marelli
Arranque	Sistema único de arranque eléctrico
Voltaje batería (V)	12,0
Amperaje de la batería (A)	4,0
Potencia del alternador (W)	220
Embrague	Hidráulico. Multidisco en baño de aceite
Transmisión	Manual
Número de marchas	6
Tipo de Transmisión	Cadena





COLECTOR DE ADMISIÓN

- El colector de admisión es un sistema que se vale de la presión dinámica del aire creada por el movimiento de la moto para conseguir un incremento de la presión estática en el interior del motor. Este aumento de la presión estática provoca que el flujo de masa que entra en el motor sea mayor, consiguiendo de esta manera incrementar la potencia del motor.



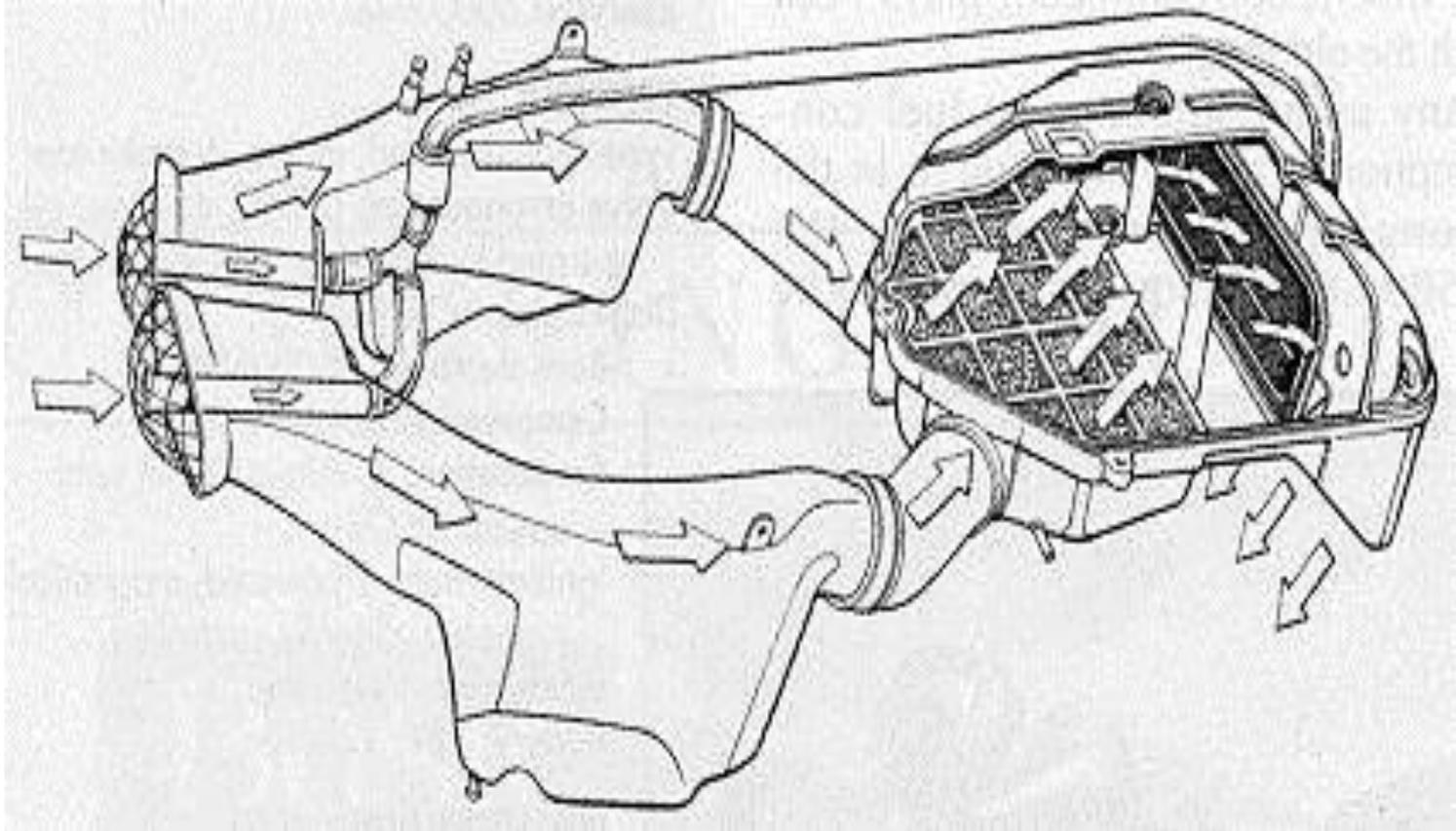
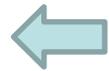


Figura 7 Esquema de funcionamiento de un Ram- Air
Fuente: (MOTO-STATION.COM, 2000-2016)



DISEÑO DEL SUBSISTEMA DE ADMISIÓN

- Según el artículo B.4.3 del reglamento de la competición está prohibido el uso de sistemas móviles que produzcan sobre presión (turbos) únicamente se permite el aprovechamiento aerodinámico mediante el uso de las tomas de aire.



DISEÑO DE TOMAS DE AIRE

- Las tomas de aire se encuentran ubicadas en la mascarilla es importante que estas aberturas den una amplia facilidad para el paso del flujo de aire sin provocar fallas en la aerodinámica que provoquen resistencia y disminuyan la velocidad del vehículo.

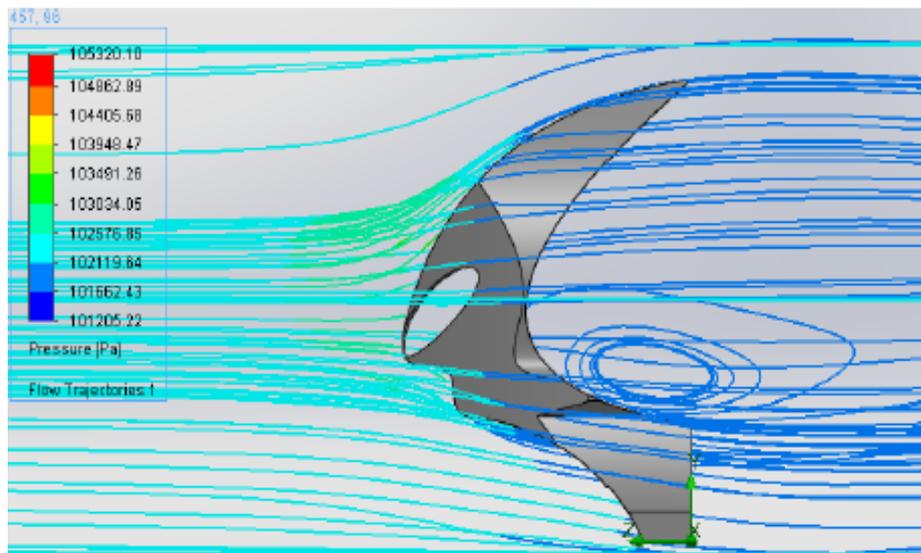


Figura 14 Sistema de las tomas de aire

CONDUCTOS DE ADMISIÓN DEL MISMO DIÁMETRO

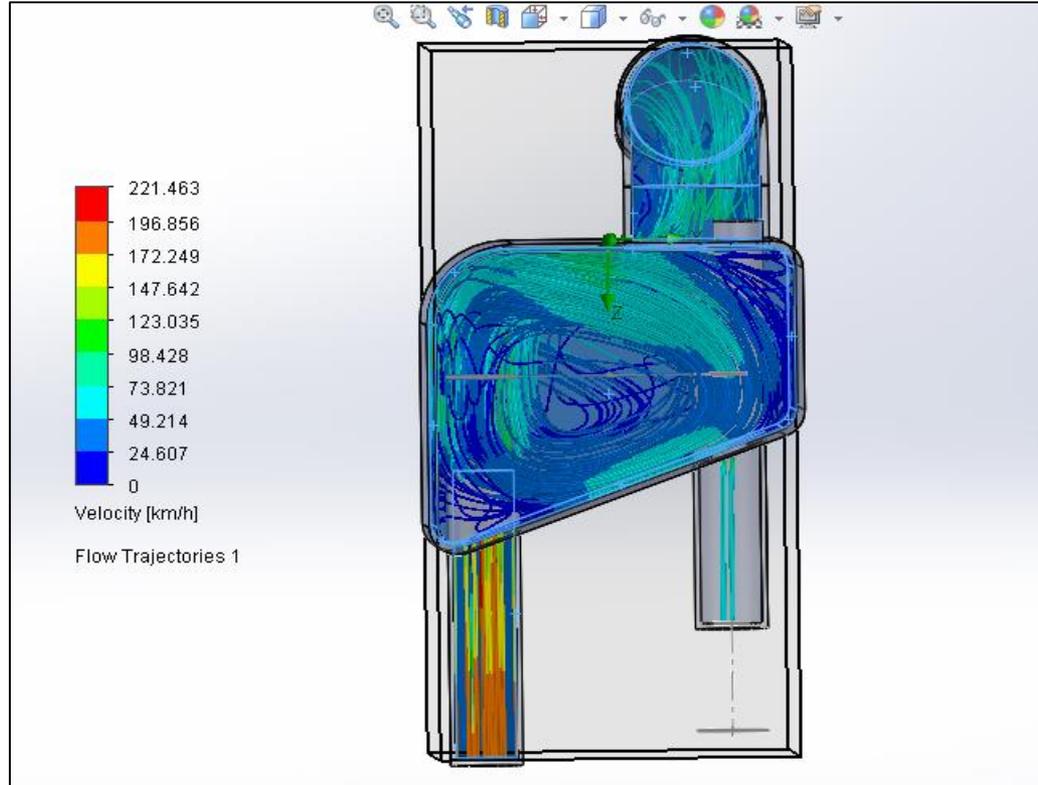


Figura 15 Airbox y conductos de admisión mismo diámetro

Name	Minimum	Maximum
Pressure [atm]	0.94	1.00
Temperature [°C]	18.32	21.41
Density (Fluid) [kg/m ³]	1.17	1.21
Velocity [km/h]	0	221.463
Velocity (X) [km/h]	-70.996	107.236
Velocity (Y) [km/h]	-86.337	64.230
Velocity (Z) [km/h]	-212.103	51.938
Temperature (Fluid) [°C]	18.32	21.41
Mach Number []	0	0.18
Vorticity [1/s]	0.253	11308.178
Shear Stress [atm]	0	1.45e-004
Relative Pressure [atm]	-0.03	-1.17e-003
Heat Transfer Coefficient [W/m ² /K]	0	0
Surface Heat Flux [W/m ²]	0	0



CONDUCTOS DE ADMISIÓN DE DIFERENTE DIÁMETRO

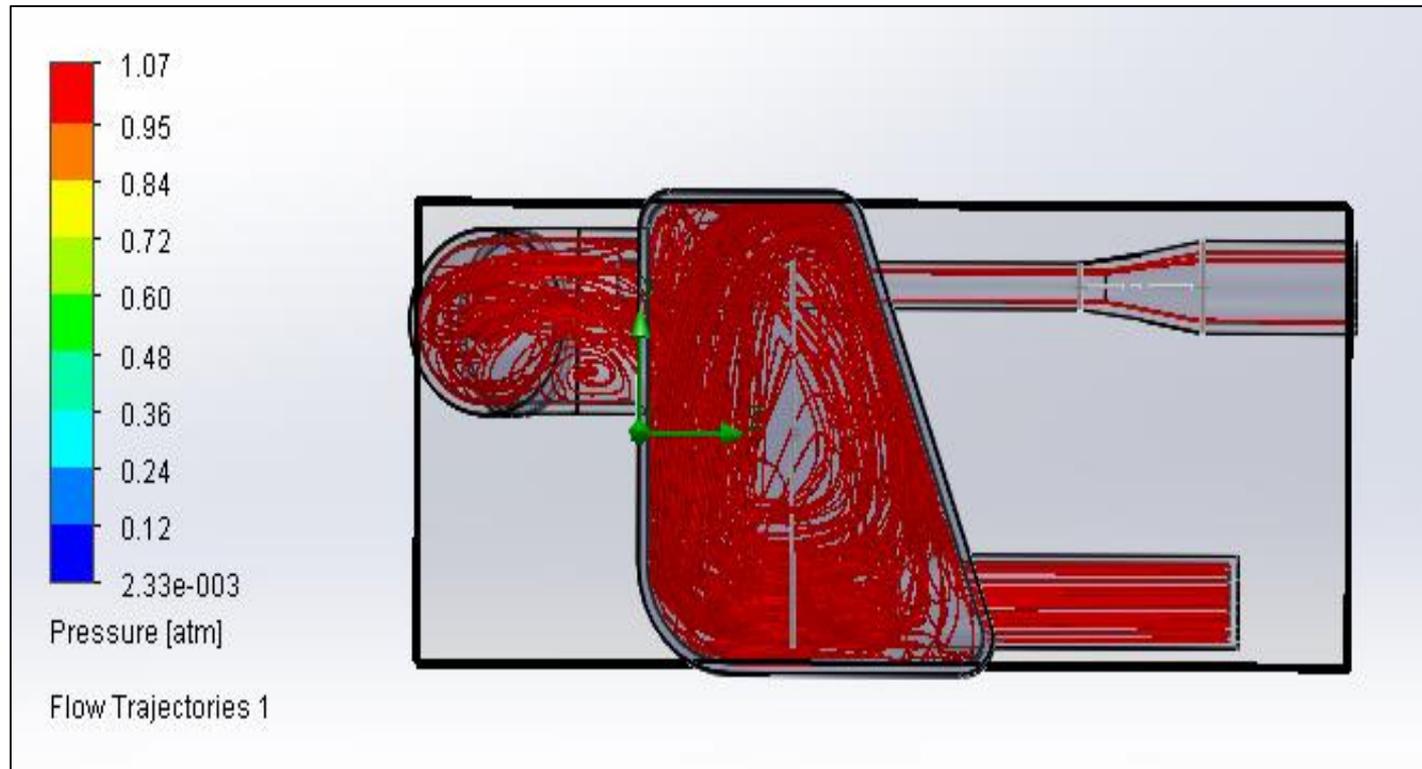


Figura 16 Airbox y conductos de admisión

Name	Minimum	Maximum
Pressure [atm]	0.96	1.07
Temperature [°C]	17.88	20.11
Density (Fluid) [kg/m ³]	1.15	1.30
Velocity [km/h]	0	215.345
Velocity (X) [km/h]	-67.569	122.382
Velocity (Y) [km/h]	-102.730	63.867
Velocity (Z) [km/h]	-246.549	68.963
Temperature (Fluid) [°C]	17.88	22.11
Mach Number []	0	0.20
Vorticity [1/s]	0.591	11356.230
Shear Stress [atm]	0	1.47e-004
Relative Pressure [atm]	-0.04	-6.26e-004
Heat Transfer Coefficient [W/m ² /K]	0	0
Surface Heat Flux [W/m ²]	0	0



ANÁLISIS COMPARATIVO Y SELECCIÓN

Parámetros de Análisis	Mismo diámetro	Diferente diámetro
Presión (atm)	1.00	1.07
Temperatura(°C)	21.41	20.11
Densidad del fluido (kg/m ³)	1.21	1.30
Velocidad (km/h)	221.463	215.345
Turbulencia (1/s)	11308.178	11356.230
Presión Relativa (atm)	-1.17e-003	-6.26e-004



SELECCIÓN DEL MATERIAL

- Según el artículo 5 literal B.5.1 del reglamento de la competición MotoStudent 2013- 2014 el diseño del Ram-Air es de libre elección por lo que se tiene la opción de elegir cualquier tipo de material.
- Por lo tanto se ha tomado en consideración a materiales tales como el acero, la fibra de carbono y la fibra de vidrio.



VALORACIÓN DE LOS MATERIALES

CUANTIFICACIÓN	VALOR
BUENO	3
REGULAR	2
MALO	1

MATERIAL	PESO	COSTO	ACCESIBILIDAD	MANIPULACIÓN	TOTAL
Fibra de Carbono	3	1	1	1	6
Fibra de vidrio	2	3	3	3	11
Acero inoxidable	1	2	3	3	9



SELECCIÓN DEL FILTRO DE AIRE

Diámetro Mayor De Filtro De Aire	2.5 in (64mm)
Forma Del Filtro De Aire	Afilado redondo
Base De diámetro Exterior	2.5 in (64mm)
Material De Filtro	Gasa de algodón
Diámetro De Brida Interior	1.375 in (35mm)
Longitud De Brida	0.625 in (16mm)
Tipo De Brida	Centrado
Brida	1
Altura	2.25 in (57mm)
Estilo Del Producto	Filtro de aire redondo afilado universal
Tapa Material/ Acabado	Cromo
Parte Superior Del Diámetro Exterior	2 in (51mm)
Estilo De La Parte Superior	Metal
Peso	0.65 lb (0.2951kg)



FILTRO DE AIRE SELECCIONADO



Figura 36 Filtro seleccionado para el sistema K&N



CONSTRUCCIÓN DE LAS TOMAS DE AIRE



Figura 21 Modelado de cartón de la parte frontal de carenado





Figura 23 Carenado frontal ubicado antes de la pintura





Figura 24 Carenado frontal con tomas aire

CONSTRUCCIÓN DEL SUBSISTEMA DE ADMISIÓN



Figura 30 Acabado final del proceso de soldadura tubería de 1plg



Figura 31 Acabado final del proceso de soldadura tubería de 2plg





Figura 32 Molde primario realizado en cartón y papel de cocina



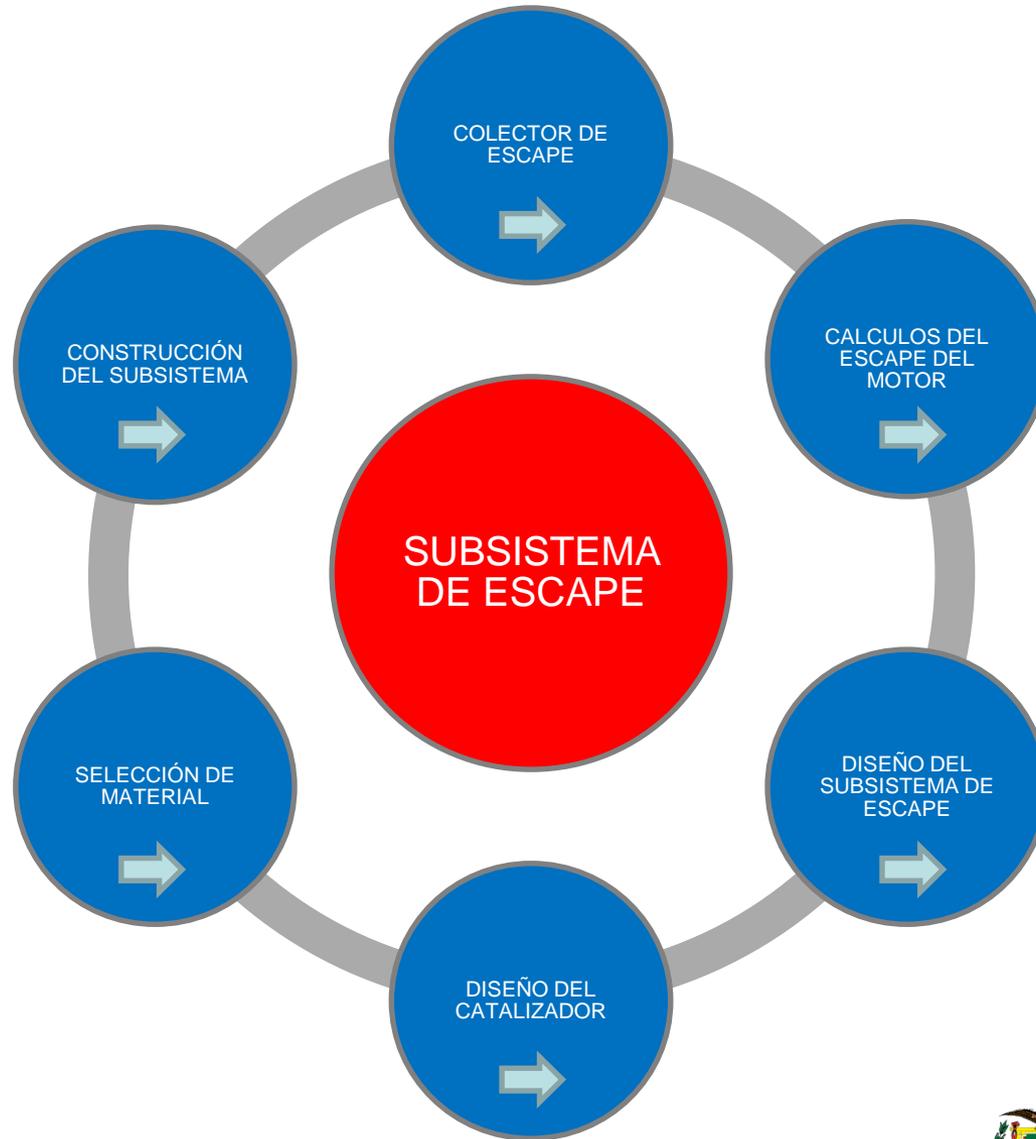
Figura 34 Sistema Ram-Air colocado en la ubicación propuesta

ENSAMBLE FINAL DEL SUBSISTEMA DE ADMISIÓN



Figura 35 Sistema Ram- Air en su ensamble completo





COLECTOR DE ESCAPE

- Un subsistema de escape está constituido por lo general de tuberías utilizados para guiar los gases de escape de reacción lejos de una combustión controlada dentro de un motor. Todo el sistema transmite los gases quemados del motor e incluye uno o más tubos de escape.





Figura 9 Sistema de escape de alto rendimiento
Fuente: (Ruta CV 90, 2016)



CÁLCULO DE LA LONGITUD DEL TUBO DE ESCAPE

$$Lc = \frac{13000 * Ge}{RPM * 6}$$

- Lc= longitud del tubo (cm)
- Ge= 180 + grados que se abre la válvula antes de PMI (Punto muerto inferior) + retraso del cierre de las válvulas de escape.
- RPM= Revoluciones del motor
- AAE= Adelanto a la apertura de la válvula de escape.
- RCE= Retraso al cierre de la válvula de escape.



LONGITUD DEL TUBO DE ESCAPE

$$L_c = \frac{13000 * (180 + 20 + 14)}{10000 * 6}$$

$$L_c = 46,4cm$$



CÁLCULO DEL DIÁMETRO DEL TUBO DE ESCAPE

$$ID = \sqrt{\frac{VH * 2}{Lc * \pi}}$$

- ID= diámetro interno del tubo de escape (cm)
- VH= cilindrada total.
- P= longitud del tubo (cm)



DIÁMETRO INTERNO DEL TUBO DE ESCAPE

$$ID = \sqrt{\frac{248,59 * 2}{46,4 * \pi}}$$

$$ID = 3,41cm = 1,34plg$$



DISEÑO DEL TUBO DE ESCAPE



Figura 17 Diseño del escape

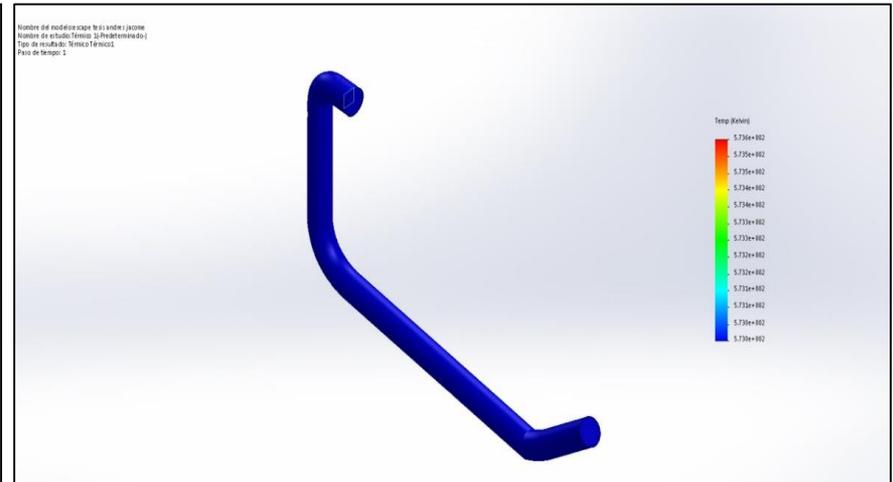


Figura 18 Análisis del comportamiento de trabajo del tubo de escape

La temperatura en el diseño realizado se tiene una salida de 573 °K con una perdida de 2°K a la salida del escape



DISEÑO DEL SILENCIADOR

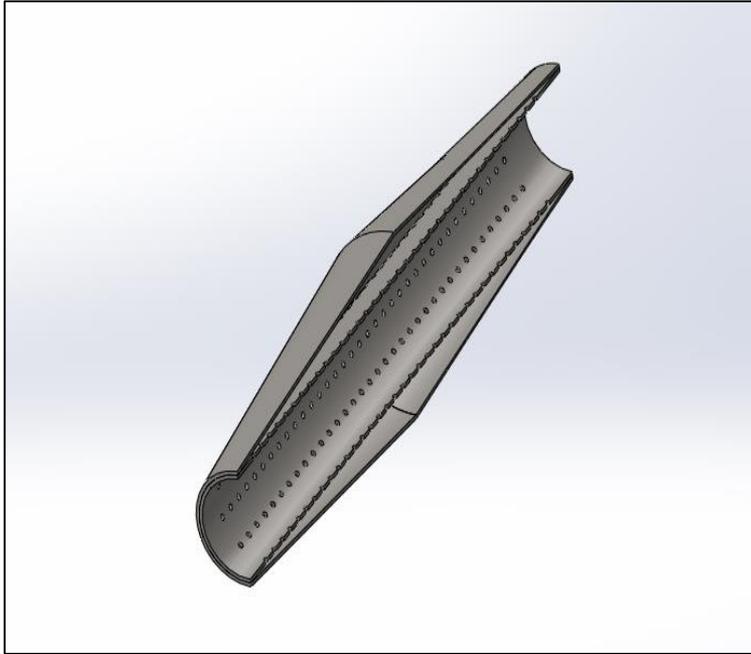


Figura 19 Vista en corte silenciador tipo bala

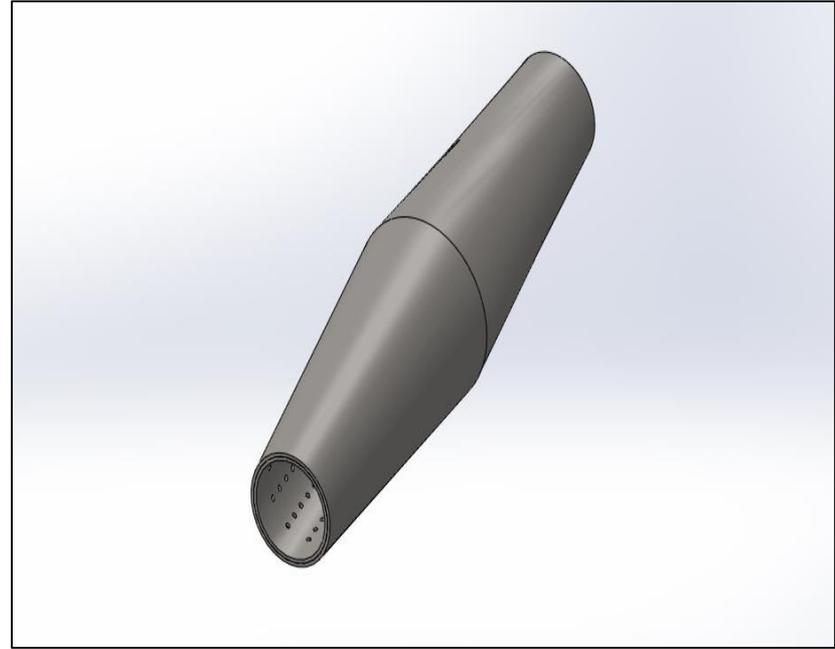


Figura 20 Diseño del catalizador



CRITERIOS DE ELECCIÓN DE MATERIAL PARA EL SUBSISTEMA DE ESCAPE

CUANTIFICACIÓN	VALOR
BUENO	3
REGULAR	2
MALO	1

Material	Peso	Costo	Accesibilidad	Manipulación	Cualidades específicas	Total
Acero inoxidable AISI 304	2	2	3	2	3	12
Acero al carbono	2	3	3	1	1	10



CONSTRUCCIÓN DEL ESCAPE



Figura 39 Acabados finales del colector de escape



Figura 40 Silenciador con sus acabados finales

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

- Guantes de cuero.
- Gafas protectoras
- Mandil.
- Mascara para suelda.
- Zapatos de seguridad.



Figura 25 Equipo de protección personal

PROCESO DE SOLDADURA

Para realizar la suelda en acero inoxidable se debe cumplir un protocolo para obtener un cordón perfecto.

Espesor del material (mm)	Diámetro del electrodo de tungsteno (mm)	Diámetro de la varilla de aporte (mm)	Tamaño de la boquilla (plg)	Flujo de gas de protección (psi)	Corriente de soldadura (amperios)
1.6	1.6	1.6	¼	12	65-105



PRUEBAS DEL RAM-AIR



Figura 45 Pruebas Autódromo internacional de Yahuarcocha



COMPARACIÓN DE RESULTADOS

PRUEBAS EN PISTA

SIN RAM- AIR	CON RAM- AIR
2:00.200	1:59.100
1:59.300	1:58.200
1:59.400	1:57.500
2:00.100	1:57.200
1:59.500	1:57.100



PRUEBAS DEL ESCAPE



Figura 48 Inspección de sonoridad del escape



ANÁLISIS ECONÓMICO

SUBSISTEMA DE ADMISIÓN

MATERIALES	COSTOS
Fibra de Vidrio	13.00
Tubo de acero inoxidable AISI 304 1plg	5.00
Tubo de acero inoxidable AISI 304	9.00
Reducciones de acero inoxidable	4.00 c/u
TOTAL	35

SUBSISTEMA DE ESCAPE

MATERIALES	COSTOS
Tubo de acero inoxidable AISI 304 1/1/2plg	30.00
Codos de acero inoxidable AISI 304 1/1/2	27.00
Reducción de 4plg a 2plg	28.00
Unión de tipo Clam 2plg	2.00
Malla de acero inoxidable perforada 30*30 cm	8.00
Lana de vidrio	0.50
TOTAL	95.50



CONCLUSIONES

- Se diseñó y construyó los subsistemas de aire para un motor Sherco de 250 centímetros cúbicos y cuatro tiempos cumpliendo con los parámetros establecidos en la competición Motostudent 2013- 2014.
- Los diseños y análisis realizados en el software SolidWork 2014 resultaron satisfactorios al lograr una elevación de presión de 0.7 (atm) en la entrada de la admisión.
- Se diseñó y construyó las tomas de aire que permiten el flujo adecuado de aire hacia el Ram- Air sin afectar la aerodinámica de la motocicleta en competencia.



- El diseño del Ram- Air permitió una mejora en la aceleración de la moto al incrementar la presión en la admisión del aire.
- El diseño del sistema Ram- Air permitió al equipo obtener el tercer lugar en el concurso de innovación del evento Motostudent 2013-2014 de un total de 34 participantes.
- El diseño y construcción del escape alcanzó un nivel de ruido máximo de 113db con lo cual se cumplió el requerimiento de la competición el cual exigía un máximo de 115db a 5500RPM.
- El diseño y construcción del catalizador así como los acabados de soldadura impresionaron al jurado al punto de preguntar si se seleccionó de alguna marca de alto performance o fue construida por el equipo.



RECOMENDACIONES

- Es importante realizar un análisis económico previo para optimizar recursos y evitar gastos innecesarios.
- Antes de realizar la construcción de los subsistemas de admisión y escape es importante hacer varios diseños en un software de simulación para comprobar la mejor eficiencia de cada uno de los elementos.
- Es de vital importancia analizar los diferentes tipos de materiales que se pueden utilizar para de esta manera obtener un punto óptimo entre costos y calidad que permitan un desarrollo adecuado sin perder calidad.



- El proyecto es enfocado únicamente para el uso en carreras por lo que se busca la mayor eficiencia posible sin tomar en cuenta el daño ambiental que este pueda causar.
- Se debe tener altos conocimientos en trabajos en suelda para mejorar los acabados y evitar fallas de los sistemas.
- Es importante para este tipo de eventos formar un equipo capacitado y dispuesto a trabajar arduamente para poder superar cada una de las pruebas y obstáculos que se presenten durante el desarrollo del proyecto.
- Se recomienda que tanto profesores como estudiantes impulsen este tipo de proyectos ya que mejoran el conocimiento de los estudiantes debido al intercambio de conocimientos teóricos y prácticos que mejoran el profesionalismo de los futuros ingenieros.



***EL HOMBRE NUNCA SABE DE LO QUE
ES CAPAZ HASTA QUE LO INTENTA***

Charles Dickens



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA