



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

**INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO**

Título del proyecto:

**SISTEMA DE ADMISIÓN, REFRIGERACIÓN Y ESCAPE EN UNA  
MOTO DE COMPETICIÓN**

**MEMORIA**

Gerardo Herce Gil de Muro  
Pedro M<sup>a</sup> Diéguez Elizondo

Pamplona, a 08 de noviembre de 2012

# 1. ÍNDICE

---

1.	ÍNDICE .....	2
2.	OBJETIVOS .....	4
3.	ANTECEDENTES .....	5
3.1	MOTOSTUDENT .....	5
4.	DATOS DE PARTIDA.....	8
4.1	REGLAMENTO TÉCNICO .....	8
4.2	PIEZAS.....	9
4.3	MOTOCICLETA DE REFERENCIA.....	12
5.	ESTUDIOS TEÓRICOS SOBRE EL MOTOR.....	14
5.1	FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DE 4T .....	14
5.2	ELECCIÓN DE LAS CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO .	16
5.3	ESTUDIO DE ONDAS .....	18
5.4	FUNCIONAMIENTO DEL CARBURADOR A SOBREPRESIÓN	30
6.	SISTEMA DE ADMISIÓN (COMPONENTES BÁSICOS) .....	31
6.1	CONDUCTOS DE ADMISIÓN DE AIRE .....	31
6.2	SILENCIADOR DE ADMISIÓN.....	32
6.3	CAJA DE RESONANCIA O AIRBOX.....	33
6.4	CAJA DE FILTRO .....	33
6.5	FILTRO DE AIRE.....	34
6.6	CARBURADOR .....	35
6.7	CONDUCTO DE ADMISIÓN (TOBERA) .....	50
6.8	VÁLVULAS DE ADMISIÓN.....	51
7.	SISTEMA DE ESCAPE .....	52
7.1	LUMBRERA DE ESCAPE.....	52
7.2	COLECTOR DE ESCAPE.....	53
7.3	SILENCIADOR.....	60
7.4	SALIDA DEL ESCAPE .....	61
7.5	ESCAPE ACTIVO .....	61
8.	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN .....	62
8.1	EL RADIADOR .....	65
8.2	VENTILADORES DEL RADIADOR .....	65
8.3	TAPÓN DE PRESIÓN Y VASO EXPANSOR.....	66
8.4	BOMBA DE AGUA.....	66
8.5	TERMOSTATO .....	67
8.6	SISTEMA BYPASS .....	67
8.7	MANGUERAS .....	67
9.	SOLUCIONES ADOPTADAS .....	68
9.1	CONDUCTOS DE ADMISIÓN DE AIRE .....	69
9.2	SILENCIADOR DE ADMISIÓN.....	70
9.3	CAJA DE RESONANCIA O AIRBOX.....	70
9.4	CAJA DEL FILTRO.....	71
9.5	FILTRO DE AIRE.....	71
9.6	CARBURADOR .....	72
9.7	COLECTOR .....	73
9.8	SILENCIADOR.....	74
9.9	SALIDA DEL ESCAPE .....	75
9.10	RADIADOR .....	75

9.11	VENTILADORES .....	75
9.12	TAPÓN DE PRESIÓN Y VASO EXPANSOR.....	76
9.13	BOMBA DE AGUA.....	76
9.14	TERMOSTATO .....	76
9.15	SISTEMA BYPASS .....	77
9.16	MANGUERAS .....	77
10.	GEOMETRÍA DE PARTIDA.....	77
10.1	ADMISIÓN .....	78
10.2	CONDUCTO DE ADMISIÓN.....	79
10.3	AIRBOX.....	81
10.4	ESCAPE .....	85
10.5	RADIADOR .....	89
11.	REDISEÑO MEDIANTE PROGRAMA INFORMÁTICO .....	90
11.1	DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA.....	90
11.2	SIMULACIÓN ADMISIÓN .....	91
11.3	SIMULACIÓN ESCAPE .....	94
12.	CONCLUSIONES .....	95
13.	BIBLIOGRAFÍA .....	96

## 2. OBJETIVOS

---

El objetivo general que se pretende alcanzar con la realización de este proyecto, consiste en la puesta a punto de un motor de cuatro tiempos mono cilindro de 250 cc.

Se pretende diseñar todo el sistema de admisión, de refrigeración y el sistema de escape al completo de dicho motor con vistas a optimizar su funcionamiento, intentando obtener el máximo rendimiento y que proporcione la máxima potencia posible.

Para ello se han de estudiar las distintas alternativas existentes en la actualidad acerca de este tipo de sistemas, analizando y valorando cada una de ellas, y comparándolas entre sí. Todo ello con el objetivo de dar con la mejor solución que permita alcanzar los fines perseguidos. Esto supone un intenso proceso de información, investigación y recopilación de información de diversas fuentes, que permitan obtener el conocimiento suficiente para poder realizar la elección de modo acertado.

También será necesario optimizar el sistema elegido, para que se adecue lo mejor posible a los regímenes de funcionamiento del motor, y de este modo obtener el máximo rendimiento del motor.

Hay que mencionar, que el alcance del proyecto se verá delimitado por el periodo de tiempo de que se dispone para su realización. La situación óptima consistiría en la realización de todo el conjunto de sistemas del motor tanto teoría como práctica. Es decir, establecer todos los elementos necesarios para el correcto funcionamiento del motor y conseguir su montaje en el mismo, de modo que mediante los ensayos correspondientes se pudieran ajustar las variables de dichos elementos o mecanismos al funcionamiento de motor, optimizándolo.

Pero, como ya se ha comentado, debido a la escasez de tiempo para poder desarrollar el proyecto, éste abarcará la elección de los sistemas más adecuados que componen todo el sistema de admisión, e intentará describir teóricamente cuál sería el proceso a seguir para ajustarlos al funcionamiento del motor: variables a tener en cuenta, influencia en los elementos elegidos, ... Porque a pesar de que el proyecto sólo abarque cuestiones teóricas, una vez finalizado se continuará con el estudio y se llevará a la práctica todo el proceso necesario para que el motor funcione perfectamente en la realidad.

### 3. ANTECEDENTES

---

Debo recalcar que éste proyecto surge como consecuencia del diseño de una moto de competición, el cual engloba el diseño de una gran cantidad de sistemas y mecanismos que la componen. Por ello es importante analizarlos todos en su conjunto, sobre todo admisión y escape ya que su buen funcionamiento lo dictará el diseño y la sincronización entre ellos.

A continuación se va a explicar algo más sobre el origen de este proyecto, para permitir una mejor comprensión del marco en que se desarrolla.

#### 3.1 MOTOSTUDENT

Todo este proyecto se enmarca dentro de la competición Motostudent, la cual es promovida por la asociación Moto Engineering Foundation. Esto nos obliga a presentar los datos y reglamentos ofrecidos para entrar dentro de la competición.

Esta competición es un desafío entre equipos universitarios de distintas universidades españolas, europeas y del resto del mundo. Consiste en diseñar y desarrollar un prototipo de moto de competición de pequeña cilindrada 125 y 2 tiempos, que competirán con su evaluación pertinente, en unas jornadas que se llevarán a cabo inicialmente en las instalaciones de la Ciudad del Motor de Aragón.

El equipo que representa a la UPNA en esta competición, está constituido por 8 estudiantes de esta misma universidad de las titulaciones de Ingeniería Industrial (II) e Ingeniería Técnica Industrial Mecánica (ITIM) y dos profesores adjuntos:

#### Alumnos:

Gerardo Herce Gil de Muro	ITIM
Carlos Reoyo	II
Claudia Álvarez de Eulate	II
Javier Torres	ITIM
Marian Ruiz	II
Sergio Blanco Galbarra	ITIM
David Sotés	ITIM
Gonzalo Amatriain	ITIM

#### Tutores:

César Díaz de Cerio	Profesor Adjunto
Miguel Ángel Arizcuren	Profesor Adjunto

Todos nosotros debemos de cumplimentar los requisitos de partida exigidos por el reglamento de la competición para así poder entrar en ella. Una vez cumplimentada y pagada la cuota de cada alumno formaremos parte de un grupo creado para el efecto y apodado UPNA Racing. Con nuestro logotipo, que se muestra a continuación:



La competición tiene una duración de 18 meses en los que debemos plantear todo el escenario real de un equipo de motociclismo de competición. Para ello los equipos partimos de un planteamiento realista donde, una vez establecidos los componentes del mismo, se debía buscar apoyo externo y, sobre todo patrocinadores que aportaran la financiación necesaria y/o equipos, componentes, apoyo técnico, asesoría, etc.

Una vez obtenido el importe mínimo necesario para asegurar la participación en la competición y justificado dicho soporte económico a la Organización, se ha pasado a la siguiente fase: diseño. En esta fase, en la que nos encontramos actualmente, debemos diseñar completamente la moto de competición (en mi caso la admisión, el sistema de refrigeración y el escape) ciñéndonos escrupulosamente a un reglamento técnico y organizativo, cumpliendo los plazos fijados por la Organización, y ajustándonos a los recursos puestos a disposición del equipo por los patrocinadores.

Cuando consigamos finalizar todo el diseño en plazo y forma, deberá construirse e integrarse todos los componentes comerciales seleccionados en la etapa anterior.

Finalmente llegará la fase de pruebas por parte de la Organización previamente a la realización de la carrera en un circuito de velocidad. A lo largo de todo el proceso también será preciso realizar numerosas pruebas de diseños, componentes, y puesta a punto de un prototipo que permita realizar los ajustes pertinentes que garanticen una mínima competitividad de la moto durante la competición. Además también se deberá estar atento a las posibles modificaciones que pueda realizar la Organización respecto a cualquiera de los aspectos que engloban a la competición, ya que se encuentra abierta a cualquier tipo de reajuste en función de la marcha de los acontecimientos.

Las pruebas fijadas por la Organización son las siguientes:

- Presentación de justificación de sponsors. En la que los equipos participantes deben justificar de forma clara que empresas e instituciones

sufragan la construcción del prototipo. Esta justificación debía presentarse antes del 8 de Mayo del 2012.

- Presentación de diseño cerrado. Antes del 15 de Diciembre los equipos participantes presentarán a la Organización información gráfica en detalle del prototipo que será guardada por la Organización. Esta información deber permitir a los jurados, sin manipulación informática alguna, verificar los futuros prototipos. Esta información deber permitir a los jurados, sin manipulación informática alguna, verificar los futuros prototipos. Esta documentación sólo será analizada por los jurados en las jornadas de competición y validarán que el prototipo presentado responde a esa información.
- Los grupos presentarán un prototipo para que sea revisado por los inspectores conforme a los aspectos dimensionales y de seguridad que indica el reglamento técnico.
- Por otra parte realiza una mínima prueba de funcionamiento en parque cerrado. La prueba consistirá en una prueba de arranque y parada y de maniobrabilidad a derechas e izquierdas entre 10 conos situados a 3 m de distancia.
- También presentarán en el stand preparado por la organización los paneles informativo que consideren convenientes.
- El proyecto industrial será definido ante un jurado de expertos elegidos por la organización.
- Las pruebas de seguridad en banco pretenden ser una garantía de robustez, fiabilidad y seguridad ante las pruebas en circuito. Así las motos deberán superar las siguientes pruebas:
  - Prueba de resistencia de chasis según especificaciones de reglamento técnico.
  - Prueba de frenada en banco de rodillos según especificaciones de reglamento técnico.
  - Análisis de gases de escape según especificaciones de reglamento técnico.
- Los equipos que hayan superado las pruebas de seguridad pondrán sus motos a disposición de profesionales de pruebas y ensayos elegidos por la Organización que harán una valoración de sus prestaciones en el circuito de velocidad. Cada moto será probada por un mínimo de tres pilotos, los cuales evaluarán:
  - Capacidad de frenada
  - Capacidad de aceleración
  - Maniobrabilidad
  - Estabilidad
  - Velocidad punta
- Carrera en el circuito de Alcañiz en donde las motos serán probadas por pilotos de categoría promoción seleccionados por la organización y sorteadas entre ellos.
- Esquema del proceso de validación del prototipo:

CALENDARIO	2011												2012					
	M	A	M	J	J	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
Inscripciones	→			→														
Justificación sponsors	→												→					
Cierre de diseño	→												→					
Semana de pruebas	→																	

Más de información a cerca de la competición MotoStudent y sobre todo lo que ello engloba, se encuentra descrito en el Reglamento Funcional redactado por la Organización, que aparece recogido en el **Anexo I**.

## 4. DATOS DE PARTIDA

A continuación se van a describir los datos de que se dispone para inicial el diseño del sistema de admisión del motor. Todo ello se encuentra relacionado con las pautas establecidas por la Organización, ya que es ella la que dispone las especificaciones de partida para el diseño de todas las motos de competición que van a participar en la competición, estableciendo las limitaciones y libertades que se poseen para que la moto sea validada y pueda competir en el evento.

### 4.1 REGLAMENTO TÉCNICO

La Organización ha establecido un reglamento técnico (Anexos) que contiene la normativa técnica reguladora de la competición. Con él se pretende estandarizar y acotar la gran variedad de posibilidades que existe en la construcción de un prototipo de moto de competición. De este modo todos los proyectos presentados por las diferentes universidades inscritas en la competición se ajustarán a una línea de trabajo orientativa y común, posibilitando una competencia objetiva entre los participantes.

Por todo ello el primer paso a dar en la realización de este proyecto consistirá en el análisis detallado de dicho documento, para ser consciente de qué es lo que se puede y no se puede hacer respecto al diseño de la moto, y más concretamente del sistema de admisión. Por tanto este estudio deberá centrarse principalmente, en las partes del Reglamento referentes a todo aquello elemento o sistemas relacionados con el motor y la admisión y tengan influencia en la realización de este proyecto.

Una vez analizado todo ello se pueden considerar las siguientes restricciones establecidas por la Organización que afectan directamente a la elaboración de este proyecto:

### LA MOTOCICLETA

En general se establece que el objetivo de la competición consiste en diseñar un vehículo de dos ruedas a motor de combustión interna, para el pilotaje de un solo ocupante y destinada a las carreras de velocidad.

### MOTOR

En cuanto al motor, éste es proporcionado por la Organización: motor mono cilíndrico de 250 4T, proveniente de un kart con refrigeración líquida. Prohibiéndose totalmente su manipulación interna. Sí que se permite la modificación de la caja de láminas proporcionada y el mecanizado de la culata para el uso de sensor de detonación. Para el caso de la caja de cambios sólo se permite su modificación para la instalación de sensores para la adquisición de datos.

## **SISTEMA DE ALIMENTACIÓN**

En cuanto al sistema de admisión propiamente dicho, se establece el uso exclusivo de carburador, de libre elección (se prohíbe el uso de carburadores cerámicos). Aunque se permite el empleo de sistemas de inyección adicionales y la programación electrónica de los mismos.

El combustible será administrado por la Organización y está prohibida la utilización de aditivos al mismo.

## **SISTEMA DE REFRIGERACIÓN**

No se permite la modificación del sistema de refrigeración interna del motor. El líquido refrigerante únicamente podrá ser agua o aceite.

## **SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE**

Está prohibido el uso de sistemas “turbo” para el aumento de presión de gases en la admisión. Únicamente se permite el aprovechamiento aerodinámico del movimiento del vehículo mediante el uso de tomas de aire y sistemas Airbox.

## **4.2 PIEZAS**

La Organización proporciona una serie de piezas que todos los modelos de motocicletas deben incorporar, en base a las cuales debe desarrollarse el resto del prototipo. Todo ello con el objetivo de proporcionar un punto de partida común para todos los equipos, que facilite el inicio el diseño global de la motocicleta, de modo que todos los prototipos se ajusten a una línea de trabajo orientativa y común, posibilitando una competencia objetiva entre los participantes.

- Las piezas proporcionadas por la Organización son:
  - Motor
  - ECU
  - Bujía
  - Palanca de cambios
  - Pipa
  - Carburador
  - Colector
  - Horquilla delantera
  - Amortiguador trasero
  - Sistema de freno
  - Bombas

- Pinza delantera
- Pinza trasera
- Manetas
- Llantas
- Neumáticos

De entre ellas sólo algunas están en relación con los sistemas objeto del proyecto. Por ello a continuación se aporta toda la información existente sobre ellas:

### EL MOTOR

El motor proporcionado por la Organización puede observarse en la imagen siguiente, donde además se especifican algunas de sus partes:



### ECU

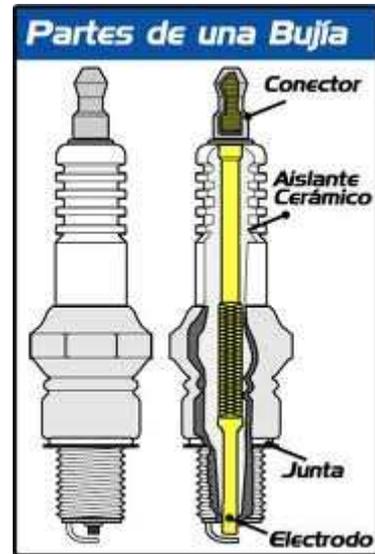
Es la unidad electrónica de control de la que se puede extraer la siguiente información:



Sistema de encendido CDI original Sistema de encendido CDI de competición

## BUJÍA

La bujía proporcionada por la Organización es del tipo:



## PIPA Y BOBINA



## CARBURADOR



## COLECTOR



### 4.3 MOTOCICLETA DE REFERENCIA

A la hora de inicial el diseño de la motocicleta en general y, del sistema de admisión en particular, será muy útil analizar primero las características de la moto en la que se encuentra montado el motor que ha sido proporcionado.

#### **YAMAHA YZF 250R**

Después de realizar la búsqueda, la motocicleta a la que corresponde dicho Motor es:



*Modelo: Yamaha YZ250R*

De donde se deduce que se trata de una moto de enduro con motor de Yamaha de 250cc 4T y realizada en 2009.

A continuación aparece un cuadro con la ficha técnica de la motocicleta Correspondiente:

--- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS ---

Tipo de motor	Refrigeración líquida, 4 tiempos, DOHC, 4 válvulas, cilindro inclinado hacia delante
Cilindrada	250 cc
Diámetro/Carrera	77.0 x 53.6 mm
Relación de compresión	11.8 :1
Potencia máxima	22.6 kW (30.7 PS) / 10.000 rpm
Par máximo	23.7 Nm (2.42 kg-m) / 8.000 rpm
Lubricación	Cárter húmedo
Suministro de carburante	Inyección electrónica de combustible
Tipo de embrague	Multidisco en baño aceite con muelle
Sistema de encendido	TCI
Sistema de Arranque	Eléctrico
Sistema de transmisión	Toma constante, 6 velocidades
Relación Primaria	78/25 (3.120)
Relación Secundaria	42/13 (3.231)
Relación de Cambio	
1 <sup>a</sup>	37/14 (2.643)
2 <sup>a</sup>	29/16 (1.813)
3 <sup>a</sup>	29/22 (1.318)
4 <sup>a</sup>	26/25 (1.040)
5 <sup>a</sup>	24/27 (0.889)
6 <sup>a</sup>	22/28 (0.786)
Transmisión final	Cadena

--- ESTRUCTURA DE LA MOTO ---

Chasis	Cuna semi doble
Suspensión delantera	Horquillas telescópicas
Recorrido	270 mm
Suspensión trasera	Brazo basculante (suspensión tipo eslabón)
Recorrido	270 mm
Freno delantero	Disco
Diámetro	250 mm
Freno trasero	Disco
Diámetro	230 mm

Neumático delantero	80/100-21M/C 51P
Neumático trasero	120/80-18M/C 62P

--- DATOS GENERALES ---

Longitud	2.115 mm
Anchura	810 mm
Altura	1.190 mm
Altura del asiento	895 mm
Distancia entre ejes	1.425 mm
Distancia libre al suelo	265 mm
Peso en seco	136 Kg
Capacidad del depósito	7,6 Litros
Capacidad del depósito Aceite	1,5 Litros

Como ha podido observarse, la motocicleta que incorpora el motor proporcionado por la Organización es una moto de Enduro, por lo que existen grandes diferencia respecto la que se va a intentar diseñar, al tratarse en este caso de una moto de competición de velocidad. Por ello el estudio geométrico de la misma es de vital importancia y adaptado a el motor proveniente de la competición en el nivel de enduro.

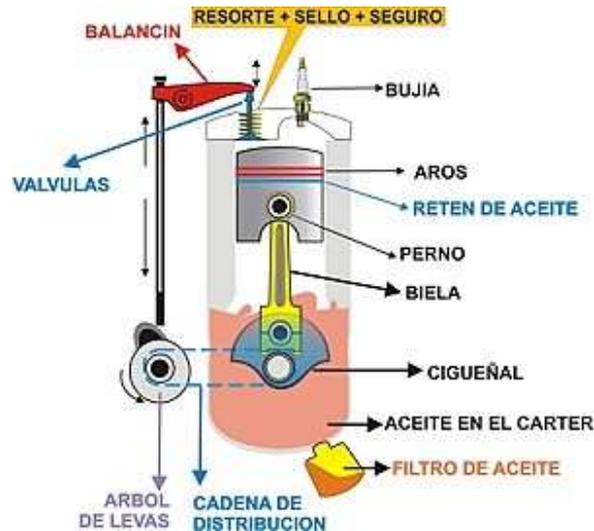
## **5. ESTUDIOS TEÓRICOS SOBRE EL MOTOR**

A continuación voy a explicar algunos conceptos teóricos útiles para comprender mejor el funcionamiento del sistema de admisión y que además suponen una ayuda a la hora de elegir cómo van a ser cada uno de los elementos que lo componen.

### **5.1 FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DE 4T**

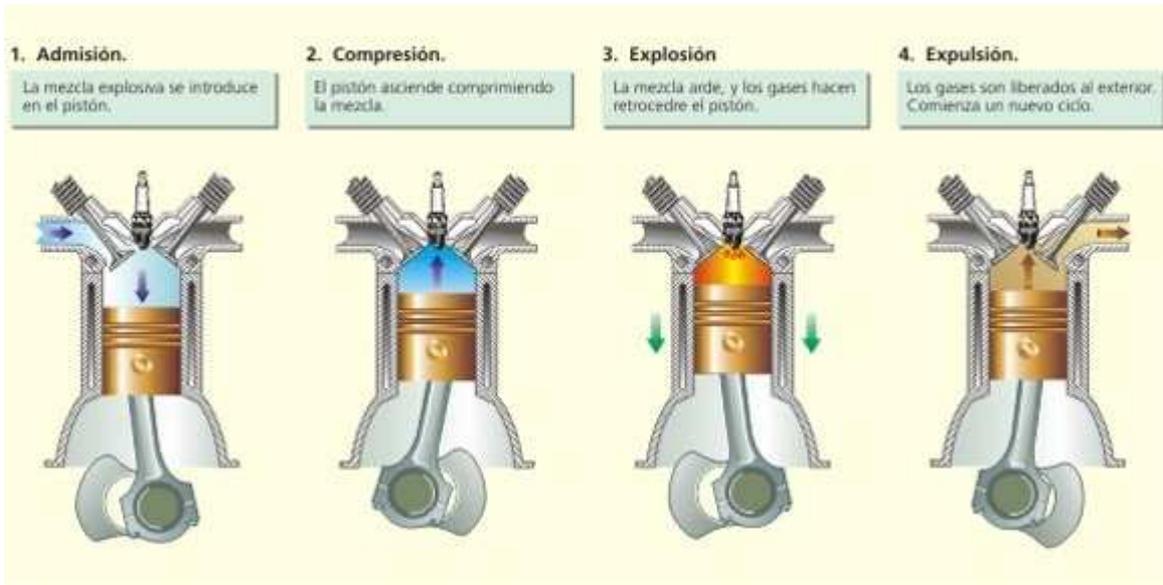
Antes de empezar, quizás sea conveniente exponer unos conceptos básicos sobre el funcionamiento de motor de cuatro tiempos, ya que éste tiene una gran influencia en todo el sistema de admisión a diseñar. De hecho él es el responsable de muchos de los procesos que tienen lugar en este sistema. Por ello al conocer un poco mejor su funcionamiento se podrá comprender mejor los fenómenos que aquí acontecen, y que se tratarán de controlar, para encaminarlos a conseguir un mejor funcionamiento del motor.

El motor de cuatro tiempos, también denominado motor de cuatro ciclos, es un motor de combustión interna que realiza las cuatro etapas del ciclo termodinámico (admisión, compresión, expansión y escape) en cuatro movimientos lineales del pistón (media vuelta del cigüeñal). En él pueden distinguirse las siguientes partes.



Las etapas de un motor de cuatro tiempos, son las que describo a continuación:

- 1T - Admisión: Se recorre en un ciclo completo de bajada, desde el PMS hasta el PMI, en cuanto el pistón comienza a bajar, la válvula/s de admisión comienzan a abrirse, el vacío que se crea dentro de la cámara ayuda a que la mezcla fresca de aire y gasolina entre en el cilindro. El cilindro se sigue llenando con el dosado proveniente del carburador hasta que este llega hasta el PMI, donde la válvula de admisión se cierra.
- 2T - Compresión: El ciclo que recorre la compresión va desde el PMI hasta el PMS. Con todas las válvulas cerradas, el pistón comienza a elevarse por la fuerza inercial que lleva el pistón por medio del volante de inercia, comprimiendo así la mezcla en menos de una doceava parte de la que ocupaba anteriormente.
- 3T - Explosión: La explosión se realiza desde el PMS, donde al saltar la chispa de la bujía, la mezcla fresca de aire más gasolina comprimida entra en combustión, este proceso no es más que una reacción química de los elementos que intervienen. La cantidad de energía en forma de calor que desprende esta reacción es la que impulsa al pistón hasta el PMI. Produciendo la fuerza necesaria para mover el cigüeñal. Durante todo este recorrido todas las válvulas permanecen cerradas para que no exista fuga de la energía producida.
- 4T - Escape: En la última fase del motor, que se realiza desde el PMI hasta el PMS, la válvula de escape permanece abierta, facilitando así la salida de los gases y pequeñas partículas producidas en la fase anterior. El movimiento de ascensión del pistón hace que su vaciado se produzca rápidamente y de una forma más o menos eficiente.



## 5.2 ELECCIÓN DE LAS CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

El objetivo a la hora de diseñar el sistema de admisión y de escape, es intentar conseguir que el motor funcione lo mejor posible y pueda proporcionar la máxima potencia. Para ello es necesario determinar cuáles son estas condiciones de funcionamiento del motor que lo provocan, y de este modo hacer lo posible para materializarlas.

A continuación se tratan de determinar algunas de ellas:

### RÉGIMEN DE REVOLUCIONES

Se ha establecido que todo el sistema debe estar diseñado para conseguir que el motor proporcione la máxima potencia posible, ya que nos encontramos ante una prueba de velocidad en la que lo que interesa es conseguir la máxima velocidad punta de la moto, para lo cual el motor deberá girar al máximo régimen de revoluciones. Por tanto es necesario determinar cuál es el régimen de revoluciones al que debe girar el motor de modo que proporcione dicha potencia. Para ello se va a analizar la curva de potencia y de par que proporciona el motor en función de las revoluciones a las que se encuentre girando.



En la gráfica superior pueden apreciarse la representación del par y de la potencia del motor en función de las revoluciones. En la gráfica aparecen dos curvas, la curva amarilla es la que contiene la información del par del motor, y la línea roja indica la potencia en función de las revoluciones.

Tengo que indicar que esta es una gráfica sacada de la revista moto verde, lo cual no es muy fiable, pero nos puede hacer una idea de las revoluciones máximas en las que este motor rinde su máxima potencia.

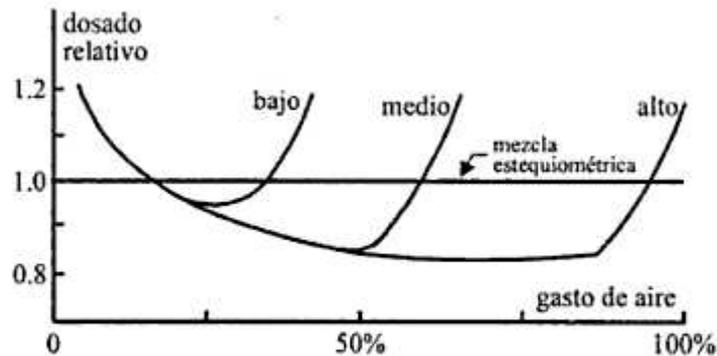
De este modo fijándonos en la curva más interesante para nosotros en este caso, la cual es la amarilla, ya que nos dicta las revoluciones a las que el motor rinde su máxima potencia, podemos afirmar que el pico de la curva de potencia se produce cuando el motor gira a 11000 rpm, proporcionando una potencia total de 33 CV. A partir de aquí se mantiene más o menos constante hasta las revoluciones máximas alcanzable, 13000 rpm. Además es conveniente no optimizar para el máximo régimen de revoluciones, por motivos de seguridad, ya que puede haber riesgo de rotura del motor.

Por todo ello es acertado considerar que el régimen de revoluciones óptimo al que debe funcionar el motor, para conseguir sacar la máxima potencia será unas 11000 rpm.

## DOSADO

Los sistemas de combustible se diseñan para proporcionar el gasto másico de combustible adecuado al caudal másico de aire que admite el motor para cada régimen de giro y grado de carga. Por este motivo, para el diseño de los sistema de formación de mezcla, es conveniente analizar las curva de requerimientos de mezcla del motor expresadas en función del gasto másico de aire aspirado, ya que esta variable permite determinare el gasto másico de combustible a suministrar.

En la gráfica inferior se muestran las curvas de requerimiento de mezcla de un MEP convencional, en el que no se requiere un control de emisiones contaminantes, es decir, un dosado estequiométrico en todo el rango de operación, como es nuestro caso.



**Figura 14.7. Requerimientos de mezcla de un MEP convencional**

En estas curvas, se puede observar que a medida que aumenta el grado de carga, el dosado se va reduciendo desde dosados ricos o próximos a estequiométricos a bajas cargas. Cuando el mando de gases se abre completamente a cualquier régimen de giro, la mezcla se enriquece hasta valores de dosados ricos en el punto de máximo par (pme máxima).

Según esta gráfica el dosado adecuado para el motor para obtener la máxima potencia, sería una mezcla rica, ya que su funcionamiento se encontrará entorno al régimen alto de revoluciones, y para el estudio se considerará plena carga, con la campana del carburador totalmente levantada. Por ello el dosado relativo (cociente entre el dosado real y el estequiométrico) se encontrará entorno al 1,1.

En algún momento puede ser interesante el estudio del funcionamiento del motor a otro régimen de funcionamiento que no sea el caso de plena carga, ya que esta situación sólo se produce en determinados momentos de la carrera. Por ello podría ser conveniente conocer el funcionamiento del motor cuando el mando de gases se encuentra abierto a la mitad, por ejemplo. En este caso la sección de paso de aire será la mitad que anteriormente, y según la gráfica anterior el régimen de giro será medio, por ejemplo podría considerarse una marcha a unas 6000 rpm. Todo ello supondrá que el dosado relativo ronde el 0,85. Todos estos datos se tendrán en cuenta para estudios posteriores.

### 5.3 ESTUDIO DE ONDAS

En los motores de cuatro tiempos tanto el sistema de admisión como el de escape, se encuentra muy influenciado por el comportamiento de las ondas de presión, ya que se trata de un sistema que trabaja con gases y por tanto será muy importante conocer cómo se comportan.

El motor objeto de estudio de este proyecto tiene un sistema de admisión del aire carburado por válvulas, es decir, las válvulas de admisión se abren y cierran cada dos veces que el pistón hace el recorrido descendente. Esto crea ondas de presión y depresión las cuales hay que analizar. Según la velocidad de giro o las r.p.m. del motor, estas válvulas cambiarán de resonancia las ondas que produzcan, por ello hemos fijado antes las revoluciones de giro óptimas para sacar el mayor rendimiento del conjunto.

En los colectores de admisión de aire, se forman ondas de presión debido a la aspiración periódica y rápida de aire, lo cual influye en el funcionamiento del motor.

El efecto de estas ondas de presión que recorren los conductos el motor puede ser aprovechado de distinta forma, según estemos en el sistema de aspiración o en el de escape.

Las ondas de compresión pueden ayudar a introducir más fluido al cárter en el caso del tubo de admisión. Mientras que las ondas de expansión y compresión producidas en las válvulas de escape extraen los gases quemados de la cámara de combustión cuando empieza el barrido, evitando que la mezcla fresca salga por el tubo de escape antes de que se haya cerrado la válvula de escape.

Centrándonos más en el caso de la admisión, que es el primer objeto de estudio, hay que tener en cuenta que el movimiento del pistón es el que produce la depresión en cilindro permitiendo la aspiración del flujo desde el tubo de admisión. Puesto que la presión en el cilindro es menor que en la tobera, se produce una onda de expansión que se desplaza hacia el extremo abierto del conducto introduciendo fluido al cilindro. Esta onda se irá reflejando y amortiguando hasta que se vuelva a repetir el ciclo. Por consiguiente para cada velocidad determinada tendremos un sistema de frentes de onda que irán recorriendo el tubo.

La sobrealimentación del cilindro tendrá lugar cuando una onda de compresión llegue al plano del asiento de la válvula, en el momento en que ésta esté cerrándose. Entonces, aunque la presión en el cilindro ya sea la atmosférica, la sobrepresión creada en la lumbrera por dicha onda permite una posterior entrada de fluido. La onda de compresión que sobrealimenta tiene que encontrar la válvula lo suficientemente abierta. Si el área abierta de la válvula es demasiado pequeña, entonces la impedancia es excesiva y la sobrecarga se ve disminuida.

Si por el contrario, en vez de una onda de compresión llega una onda de expansión al cierre de la válvula, entonces existe reflujo del cárter al tubo de admisión y el rendimiento disminuye en gran medida.

Hay que tener en cuenta que la magnitud de estas ondas de presión depende de lo brusca que sea la maniobra de apertura de la válvula que comunica el cilindro con el conducto de admisión. Así pues, a altas revoluciones, la onda de presión creada será mucho mayor, y mayor importancia cobrará el aprovechar sus efectos.

Por todo ello es conveniente el estudio del comportamiento de las ondas en los conductos, para descubrir cuáles son las características con las que debe ser diseñado el sistema de admisión del motor, para conseguir la formación de las ondas adecuadas en el momento idóneo, de modo que mejoren el rendimiento del mismo. Habrá que diseñar minuciosamente todo este sistema, ya que un fallo en el proceso puede conllevar, como se acaba de mencionar, un empeoramiento en lugar de una mejora de la alimentación del motor.

## CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE ONDAS

Una onda es la propagación de una perturbación sin transporte neto de materia pero con transporte de energía.

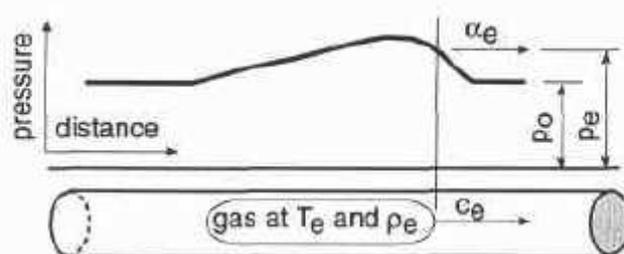
Las ondas de presión más concretamente, son ondas longitudinales (dirección de propagación y de perturbación iguales) que se propagan por un medio presentado una sucesión de contracciones y dilataciones. Se forma con el desplazamiento de partículas de aire alrededor de su posición de equilibrio. La perturbación que origina estas ondas es una diferencia de presión que inicia la propagación de la misma en busca de un nuevo estado de equilibrio.

Para el caso del sistema de admisión, la formación de las ondas se produce cuando la válvula de admisión se abre, poniendo en contacto dos recintos con una enorme diferencia de presión: el cilindro a una baja presión, ya que los gases de su interior han sido expulsados hacia el exterior por medio del colector de escape, y el colector de admisión, a una presión próxima a la ambiental. Esta brusca diferencia es la que crea una onda de depresión, que se desplaza por el sistema de admisión a una velocidad superior a la de los propios gases, poniendo a su paso, los gases en movimiento.

- *Ondas de compresión o de presión.* Son aquellas en las que la presión en cualquier punto de la misma ( $p_e$ ) es superior a la existente en la cabeza de la tubería ( $p_0$ ), es decir, en el exterior:

$$p_e > p_0$$

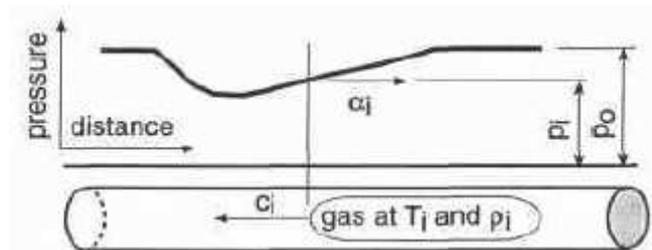
Estas ondas se propagan con una velocidad  $\alpha_e$ , mientras que las partículas del gas lo hacen a una velocidad  $c_e$ , pero en el mismo sentido que las ondas. A continuación, puede observarse la propagación de una onda de compresión en la que el desplazamiento de la misma se produce hacia la derecha:



- *Ondas de expansión o depresión.* Son aquellas en las que la presión en cualquier punto de la misma ( $p_i$ ) es inferior a la existente en la cabeza de la tubería ( $p_0$ ), es decir, en el exterior:

$$p_i < p_0$$

Estas ondas se propagan con una velocidad  $a_i$ , mientras que las partículas del gas lo hacen a una velocidad  $c_i$ , y en el sentido contrario a las ondas. A continuación, puede observarse la propagación de este tipo de ondas en la que la onda se encuentra desplazándose hacia la derecha:



Sin embargo, a pesar de sus diferencias, ambas ondas de presión, tanto las de compresión como las de expansión, aparecen en el sistema de admisión. Como se ha explicado anteriormente, la apertura de las válvulas origina una onda de depresión que viaja a lo largo del conducto de admisión, pero sabemos que es necesario, para mejorar la entrada de la mezcla al cilindro, conseguir una especie de sobrealimentación, es decir que en el momento en el que la válvula se va a cerrar llegue una onda de presión, que ayude a introducir una mayor cantidad de mezcla.

## GEOMETRÍA

A continuación se va a analizar el comportamiento de las ondas de presión al propagarse por conductos de diversas geometrías, con el objetivo de determinar cuál es la más adecuada para conseguir la formación del tipo de ondas buscado que produzca los efectos beneficiosos perseguidos.

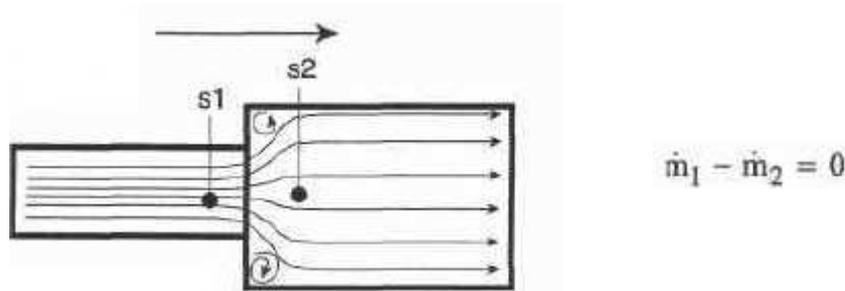
Como a fin de cuentas las ondas son producidas por el continuo e incesante abrir y cerrar de las válvulas, debemos saber cuál es la frecuencia de las mismas para que en el momento indicado podamos someter al sistema a una sobrepresión.

Lo que necesitamos crear es una onda con una mayor presión que la atmosférica, por lo que para ello crearemos un conducto en el cual, mediante el aprovechamiento de la velocidad de la motocicleta podamos crear una sobrepresión mediante una columna de aire. Este sistema es el conocido como Airbox.

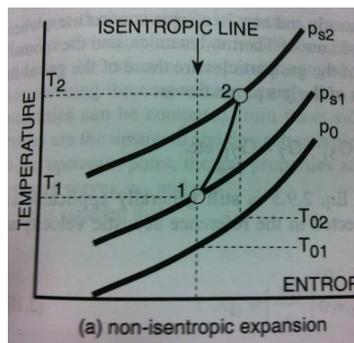
Su funcionamiento se basa en el siguiente enunciado:

## AUMENTO DE SECCIÓN DE UNA TUBERÍA, REFLEXIÓN DE LAS ONDAS DE PRESIÓN

En esta apartado se va a realizar el análisis no isoentrópico del flujo inestable de un gas en el aumento de sección de una tubería.

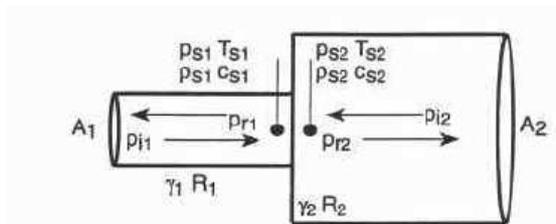


En la figura superior puede observarse como el flujo, al desplazarse de la sección uno a la dos, deja unos vórtices turbulentos en las esquinas de la sección de mayor área. El comportamiento aerodinámico del flujo da lugar a un aumento de la separación del flujo de partículas, lo que supone un aumento de la entropía, de la sección uno a la dos. De ello se deduce que se trata un flujo no isoentrópico, como puede observarse en el diagrama temperatura-entropía situado a continuación:



Para el análisis de este flujo cuasiestático y no isoentrópico es apropiado la utilización de la ecuación de la continuidad, la primera ley de la termodinámica y la ecuación de la conservación del momento.

Así, aplicando la ecuación de la continuidad tenemos que:



Sustituyendo los flujos másicos por la expresión de los apartados del inicio y aplicando la ecuación de la continuidad ( $m_1 = m_2$ ) a la expresión anterior y simplificándola, queda:

$$A_2(p_{s1} - p_{s2}) + \dot{m}_{s1}(c_{s1} - c_{s2}) = 0$$

Los valores desconocidos son la presión de reflexión ( $p_{s1}$  y  $p_{s2}$ ) y la temperatura de referencia en la posición 2 ( $T_{02}$ ). Por tanto, existen tres valores desconocidos, por lo que serán necesarias tres ecuaciones para determinarlos. El resto de valores desconocidos pueden obtenerse una vez calculados los tres valores desconocidos, anteriormente citados, y a partir de los valores conocidos. Estos valores conocidos son el área de la sección 1 y 2 ( $A_1$  y  $A_2$ ), las condiciones de referencia del punto aguas arriba, las propiedades en la superposición en el estado 1 y 2, y la presión de las ondas incidentes ( $p_{i1}$  y  $p_{i2}$ ). Así, teniendo en cuenta las condiciones de referencia, las tres ecuaciones anteriores quedan reducidas a:

- Ecuación de la continuidad:

$$\rho_{01}(X_{i1} + X_{r1} - 1)^{G_5} A_1 G_5 a_{01} (X_{i1} - X_{r1}) + \rho_{02}(X_{i2} + X_{r2} - 1)^{G_5} A_2 G_5 a_{02} (X_{i2} - X_{r2}) = 0$$

- Primera ley de la termodinámica:

$$\left[ (G_5 a_{01} (X_{i1} - X_{r1}))^2 + G_5 a_{01}^2 (X_{i1} + X_{r1} - 1)^2 \right] - \left[ (G_5 a_{02} (X_{i2} - X_{r2}))^2 + G_5 a_{02}^2 (X_{i2} + X_{r2} - 1)^2 \right] = 0$$

- Ecuación de la conservación del momento:

$$\rho_0 A_2 \left[ (X_{i1} + X_{r1} - 1)^{G_7} - (X_{i2} + X_{r2} - 1)^{G_7} \right] + \left[ \rho_{01} (X_{i1} + X_{r1} - 1)^{G_5} A_1 G_5 a_{01} (X_{i1} - X_{r1}) \right] \times \left[ G_5 a_{01} (X_{i1} - X_{r1}) + G_5 a_{02} (X_{i2} - X_{r2}) \right] = 0$$

Estas tres ecuaciones no pueden reducirse más, por ser funciones polinómicas de tres variables. Para su resolución puede aplicarse el método de Newton-Raphson.

En este análisis del flujo de partículas en la expansión brusca del área de una tubería, la velocidad de las partículas en la sección 1, puede ocasionalmente, alcanzan o tratan de exceder, la velocidad acústica local. Esto no es posible desde el punto de vista de la termodinámica o en términos de la dinámica de gases, ya que las partículas del flujo no pueden moverse más rápido que las ondas de presión que las impulsan. La velocidad más alta que las partículas pueden alcanzar es la acústica local, por lo que, en este caso, el número de Mach (número adimensional resultante del cociente entre la velocidad de las partículas y la acústica local) será uno:

$$M_{s1} = \frac{c_{s1}}{a_{s1}} = \frac{G_5 a_{01} (X_{i1} - X_{r1})}{a_{01} X_{s1}} = \frac{G_5 (X_{i1} - X_{r1})}{X_{i1} + X_{r1} - 1}$$

Esta consideración, permite obtener directamente el valor de la amplitud del coeficiente de presión de la onda reflejada:

$$X_{r1} = \frac{M_{s1} + X_{i1}(G_5 - M_{s1})}{M_{s1} + G_5} = \frac{1 + G_4 X_{i1}}{G_6}$$

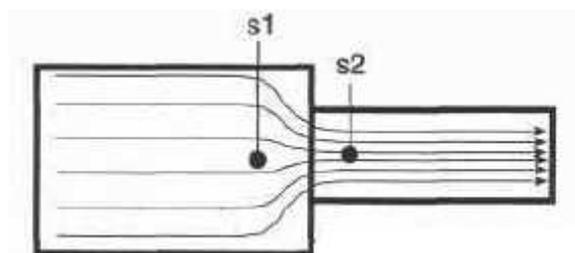
Así, las tres ecuaciones anteriores (la primera ley de la termodinámica, la ecuación de la continuidad y la de la conservación del movimiento) pueden resolverse directamente, obteniéndose fácilmente los valores desconocidos.

Para poder deducir el comportamiento de las ondas en el aumento de sección de una tubería, a partir de las tres ecuaciones anteriores, se va a proceder al estudio de un ejemplo recogido en el libro “Design and simulation of two-stroke engines” escrito por el profesor Gordon P.Blair, en el que se encuentra basado todo el estudio de ondas presente en este proyecto. En este ejemplo se estudia el comportamiento de la expansión de un flujo cuando la onda incidente es una onda de compresión. En él, se calculan los coeficientes de presión de las ondas reflejadas 1 y 2 y el flujo másico, donde se tiene que  $P_{r1} < 1$  y  $P_{r2} > 1$ . De este resultado se deduce que parte de la onda sigue su camino como onda de compresión ( $P_{r2} > 1$ ), mientras que parte de la misma se refleja como onda de expansión ( $P_{r1} < 1$ ). Esta onda de expansión se refleja bruscamente debido a que el ensanchamiento de la sección es brusco.

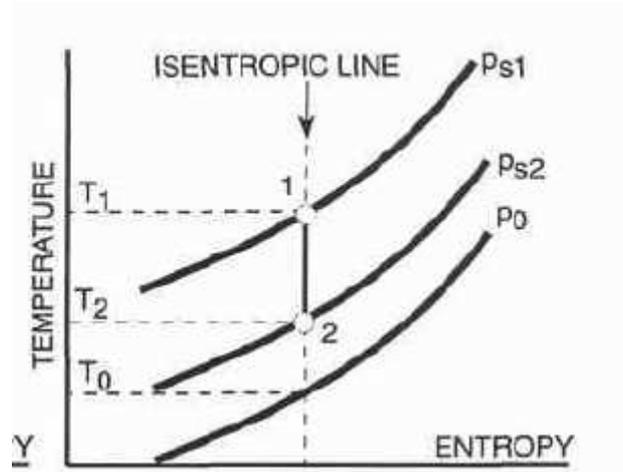
*Con todo ello, puede establecerse que en la incidencia de una onda en la expansión brusca de la sección de una tubería, parte de la onda continúa su camino, mientras que la otra parte se refleja bruscamente como una onda opuesta a la incidente, es decir, de compresión si la incidente es de expansión y de expansión si la incidente es de compresión.*

#### REDUCCIÓN DE LA SECCIÓN DE UNA TUBERÍA, REFLEXIÓN DE LAS ONDAS DE PRESIÓN.

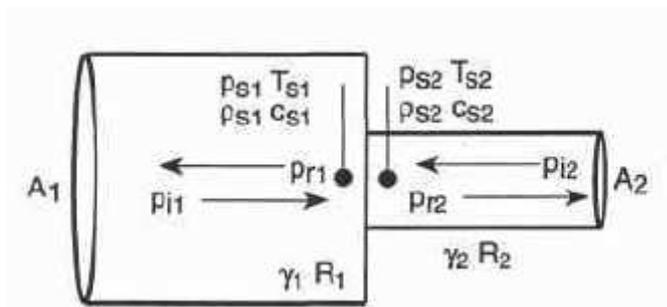
En esta apartado se va a realizar el análisis isoentrópico del flujo inestable de un gas en la reducción de sección de una tubería.



En la figura superior puede observarse como el flujo, al desplazarse de la sección uno a la dos, fluye suavemente sin dejar vórtices turbulentos, como sucedía en el caso anterior. El comportamiento aerodinámico del flujo no produce ningún aumento de la separación del flujo de partículas, lo que supone que el flujo pueda considerarse como isoentrópico. Esto puede observarse en el diagrama temperatura-entropía situado a continuación:



Como es habitual, para el análisis de un flujo cuasiestático es apropiado la utilización de la ecuación de la continuidad, la primera ley de la termodinámica y la ecuación de la conservación del momento. Sin embargo, una de estas ecuaciones no es necesaria, al tratarse de un flujo isentrópico, ya que:  $T_{01} = T_{02}$  y  $a_{01} = a_{02}$



Generalmente, la ecuación que se reserva para el flujo no isentrópico es la de la conservación del momento, por lo que en este caso será la ecuación que no se utilice.

Si al igual que en el caso anterior, aplicando la ecuación de la continuidad tenemos que:

$$\dot{m}_1 - \dot{m}_2 = 0$$

Sustituyendo los flujos máscicos al igual que en los casos anteriores, queda:

$$(c_{s1}^2 + G_5 a_{s1}^2) - (c_{s2}^2 + G_5 a_{s2}^2) = 0$$

En este caso, los valores desconocidos son la presión de las ondas reflejadas ( $p_{r1}$  y  $p_{r2}$ ). Como existen dos valores desconocidos, serán necesarias dos ecuaciones, para poder determinar su valor. El resto de parámetros desconocidos pueden calcularse una vez obtenidos los valores de los parámetros desconocidos y a partir

de los valores conocidos. Estos valores conocidos son: el área de ambas zonas de la tubería ( $A_1$  y  $A_2$ ), las condiciones de referencia de ambas zonas de la tubería, las propiedades del gas durante la superposición y las presiones de las ondas incidentes ( $p_{i1}$  y  $p_{i2}$ ). Así, teniendo en cuenta las condiciones de referencia y que el flujo es isoentrópico ( $a_{01} = a_{02}$  y  $\rho_{01} = \rho_{02}$ ), las dos ecuaciones anteriores quedan reducidas a:

- Ecuación de la continuidad:

$$(X_{i1} + X_{r1} - 1)^{G_5} A_1 (X_{i1} - X_{r1}) + (X_{i2} + X_{r2} - 1)^{G_5} A_2 (X_{i2} - X_{r2}) = 0$$

- Primera ley de la termodinámica:

$$\left[ G_5 (X_{i1} - X_{r1})^2 + (X_{i1} + X_{r1} - 1)^2 \right] - \left[ G_5 (X_{i2} - X_{r2})^2 + (X_{i2} + X_{r2} - 1)^2 \right] = 0$$

Estas dos ecuaciones no pueden reducirse más, por ser funciones polinómicas de dos variables. Para su resolución puede aplicarse el método de Newton-Rapshon, aunque en realidad, esto no es necesario, sino que puede realizarse un procedimiento más sencillo, al tratarse de dos ecuaciones con dos incógnitas.

En este análisis del flujo de partículas en la reducción brusca del área de una tubería, la velocidad de las partículas en la sección 2, puede ocasionalmente, alcanzan o tratan de exceder, la velocidad acústica local. Esto no es posible desde el punto de vista de la termodinámica o en términos de la dinámica de gases, ya que las partículas del flujo no pueden moverse más rápido que las ondas de presión que las impulsan. La velocidad más alta que las partículas pueden alcanzar es la acústica local, por lo que, en este caso, el número de Mach será uno:

$$M_{s2} = \frac{c_{s2}}{a_{s2}} = \frac{G_5 a_{02} |X_{i2} - X_{r2}|}{a_{02} X_{s2}} = \frac{G_5 |X_{i2} - X_{r2}|}{X_{i2} + X_{r2} - 1}$$

Esta consideración, permite obtener directamente el valor de la amplitud del coeficiente de presión de la onda reflejada:

$$X_{r2} = \frac{M_{s2} + X_{i2} (G_5 - M_{s2})}{M_{s2} + G_5} = \frac{1 + G_4 X_{i2}}{G_6}$$

Así, al considerar que en la sección 2 las partículas se propagan a la velocidad acústica local, se obtiene de la ecuación de Mach el valor de la amplitud del coeficiente de presión de la onda reflejada. Sustituido el valor de este parámetro en una de las dos ecuaciones anteriores (ecuación de la continuidad y primera ley de la termodinámica) se obtiene directamente, resolviendo por el método de Newton-Rapson, el otro valor desconocido:  $X_{r1}$ .

Para poder deducir el comportamiento de las ondas en la reducción de sección de una tubería, a partir de las dos ecuaciones anteriores, se va a proceder al estudio

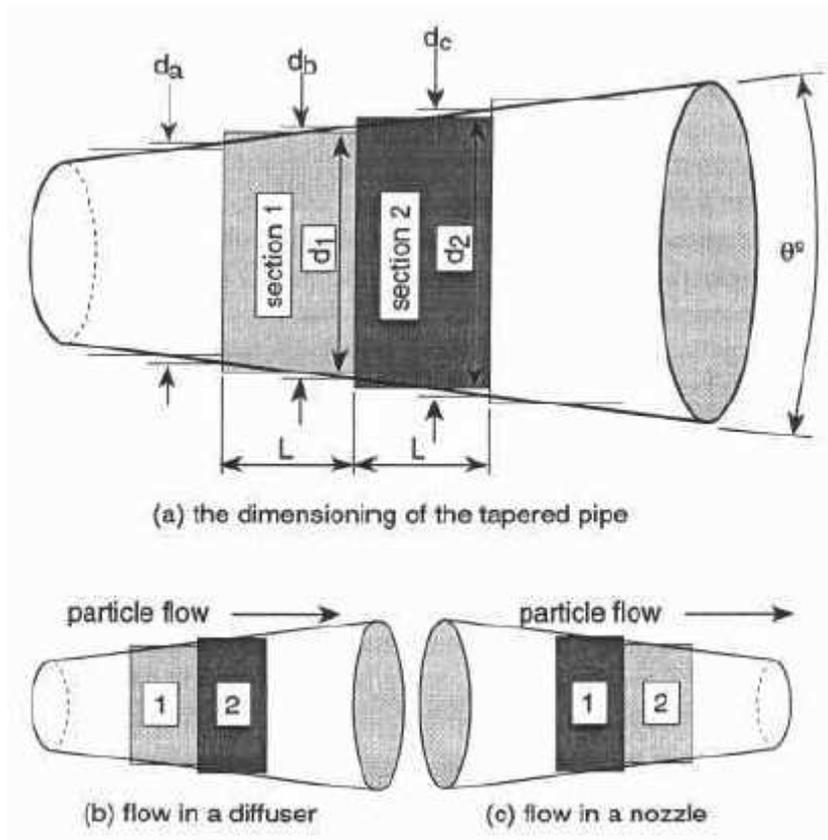
de un ejemplo recogido en el libro “Design and simulation of two-stroke engines” escrito por el profesor Gordon P.Blair. En este ejemplo se estudia el comportamiento de la compresión de un flujo cuando la onda incidente es una onda de compresión. En él, se calculan los coeficientes de presión de las ondas reflejadas 1 y 2 y el flujo másico, donde se tiene que  $P_{r1}>1$  y  $P_{r2}>1$ . De esto resultado se deduce que parte de la onda sigue su camino como onda de compresión ( $P_{r2}>1$ ), mientras que la otra parte se refleja, también, como onda de compresión ( $P_{r1}>1$ ). Esta onda de compresión se refleja bruscamente debido a que existe una reducción brusca de la sección.

*Con todo ello, puede establecerse que en la incidencia de una onda en la reducción brusca de la sección de una tubería, parte de la onda continúa su camino, mientras que la otra parte se refleja como una onda igual a la incidente, es decir, de compresión si la incidente es de compresión y de expansión si la incidente es de expansión.*

### TUBERÍAS CÓNICAS, REFLEXIÓN DE LAS ONDAS DE PRESIÓN.

Un práctico método para el análisis de la geometría de una tubería cónica, consiste en considerar la tubería dividida en varias secciones de longitud  $L$ . Como cada una de estas secciones, presenta un ángulo de conicidad ( $\theta$ ), para simplificar dicha geometría será necesario determinar un diámetro constante para cada una de las secciones. Así, puede considerarse que el flujo de las partículas se desplaza por el interior de una tubería de paredes paralelas constituida por diferentes secciones, considerando que cada una de ellas presenta un diámetro representativo. Por ejemplo, como puede observarse en la siguiente figura, a la sección 1 se le considera un diámetro

$d_1$ , a la 2 un diámetro  $d_2, \dots$



A la hora de establecer el valor de dichos diámetros representativos, una forma lógica de hacerlo consisten en elegir el diámetro que represente el mismo área que el existente entre el inicio y el final de dicha sección con su forma original, es decir, cónica. Con ello se tiene que:

$$A_1 = \frac{A_a + A_b}{2} \quad A_2 = \frac{A_b + A_c}{2}$$

De donde se tiene que los diámetros son:

$$d_1 = \sqrt{\frac{d_a^2 + d_b^2}{2}} \quad d_2 = \sqrt{\frac{d_b^2 + d_c^2}{2}}$$

Como puede deducirse de la imagen anterior, con esta simplificación de la geometría de la tubería cónica, puede considerarse que las ondas se comportan como si se tratase de un aumento o reducción brusca de la sección de la tubería, analizado en los apartados anteriores correspondientes. Sin embargo, en realidad esto no sucede así exactamente, sino que la onda de reflexión se va formando a lo largo del tiempo, llegando al extremo contrario de la tubería de forma más suave.

*Con todo ello se tiene que para el caso de una tubería cónica divergente, parte de la onda incidente continúa propagándose en la misma dirección y parte se refleja dando lugar a una onda de características opuestas a la incidente, que se propaga en sentido contrario y se va formando a lo largo del tiempo. Para el caso de la tubería cónica convergente sucede el fenómeno contrario: parte de la onda incidente continúa propagándose en la misma dirección y parte se refleja dando lugar a una onda de características iguales a la incidente, que se propaga en*

*sentido contrario y se va formando a lo largo del tiempo. Así, en ambos casos la onda no se refleja de forma brusca, como sucede en lo cambios bruscos de sección.*

## CONCLUSIONES

De toda la información expuesta anteriormente pueden establecerse una serie de conclusiones sobre el comportamiento de las ondas, que permitan determinar cuál es la geometría básica más adecuada para un buen funcionamiento del motor.

Al inicio de este apartado se determinó que la onda incidente generada por la abertura de las válvulas de admisión, genera una onda de expansión que se desplaza desde del cilindro hasta el extremo abierto del tubo de admisión. Pero lo que es necesario conseguir es una onda de compresión que llegue a la tobera de admisión justo en el momento en que las válvulas se están cerrando, para permitir de este modo una mayor entrada de mezcla. Además cuando mayor sea el régimen de giro del motor más recomendable será aprovechar estos efectos para mejorar la marcha del motor. Por tanto en nuestra situación, en la que se pretende que el motor saque la máxima potencia, el aprovechamiento de la sobrealimentación a través de las ondas de presión es un buen método para mejorar el funcionamiento del prototipo.

La primera conclusión a la que se ha llegado con todo el análisis realizado, es la colocación de un único conducto de admisión. Según el estudio de las ondas, la unión de dos tuberías en una genera una gran cantidad de ondas reflejadas, turbulencias... Además todo ello depende de la similitud o diferencia de las secciones, del ángulo de unión... lo que hace este fenómeno mucho más complejo de analizar y de poder controlar.

En cuanto a la geometría, de todas las posibilidades expuestas anteriormente, la tubería abierta con final cónico divergente, parece la mejor solución para el sistema.

Esto es así, porque su empleo supone la obtención de una onda de presión reflejada opuesta a la incidente, que es lo que en nuestro caso se está buscando. Además la onda incidente es una onda de expansión, de modo que el final no puede ser abierto recto, ya que de este modo se conseguiría una situación no isoentrópica, sino que debe ser acampanado. Pero cuanto más suave sea este acampanamiento, mejor se producirá el aprovechamiento de la reflexión de las ondas, de modo que se acabará convirtiendo en una tubería con final cónico divergente.

Además la adaptación del tubo de admisión a la entrada y salida del carburador (o de algún otro elemento intermedio, como airbox), debe ser progresiva. Esto es así, dado que una reducción o aumento brusco de la sección supondría la formación brusca de ondas, que no dejaría tiempo para aprovechar sus efectos. Mientras que los cambios de sección progresivos (tuberías cónicas) suponen la reflexión de las ondas de un modo más lento, lo cual permite aprovecharla durante un mayor espacio de tiempo.

## 5.4 FUNCIONAMIENTO DEL CARBURADOR A SOBREPRESIÓN

A continuación se van a exponer algunas nociones teóricas para mostrar por qué un carburador funciona de este modo. Para ello se va a echar mano de cálculos matemáticos que justifiquen lo explicado.

### EFECTO VENTURI

Los carburadores, como ya se explicó al principio, podrían definirse como aquella pieza del sistema de alimentación que se encarga de añadir la gasolina al caudal de aire aspirado por el motor, en las proporciones y en el momento justo para un rendimiento óptimo del mismo.

Un carburador, a diferencia de la inyección, no posee un aporte de energía externo para introducir la gasolina convenientemente atomizada en el chorro de aire que fluye hacia el motor. Para hacer esta función, recurre al efecto Venturi:

Si un tubo sufre en una parte de su recorrido un estrechamiento, el flujo de aire que por él discurre habrá de aumentar su velocidad, efectivamente, si el caudal se mantiene constante:

$$Q_1=Q_2 \quad S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2 \quad \text{Si } S_1 > S_2 \quad v_2 > v_1$$

Donde:

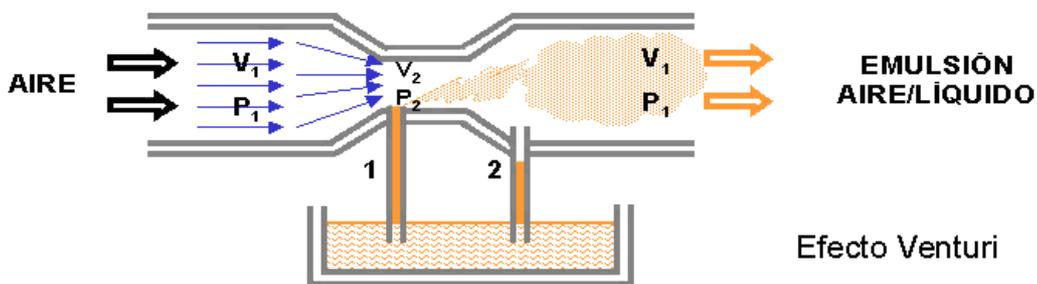
Q: caudal volumétrico

S: sección de paso

v: velocidad

1: se refiere a los parámetros en la sección de entrada

2: se refiere a los parámetros en la sección del Venturi



Según el principio de Bernoulli, la cantidad de energía se mantiene al paso de un gas ideal en régimen estacionario por un conducto sin rozamiento:

$$P + \rho gh + 1/2\rho v^2 = \text{cte}$$

Donde:

P: presión estática

$\rho$ : densidad

- h: altura relativa
- v: velocidad
- g. aceleración de la gravedad

Por ello si la velocidad en el estrechamiento (Venturi) es superior, la presión en el mismo será inferior (en relación cuadrática), ya que la densidad permanece prácticamente constante, y la variación de cotas en un carburador es despreciable en comparación con el término cinético. De este modo, se creará una depresión que será la que ascienda la gasolina desde la cuba hasta el colector de admisión y la pulverice en la corriente de aire.

Evidentemente para mayores caudales de aire (régimenes superiores) la velocidad es mayor y por lo tanto mucho mayor será también la depresión creada.

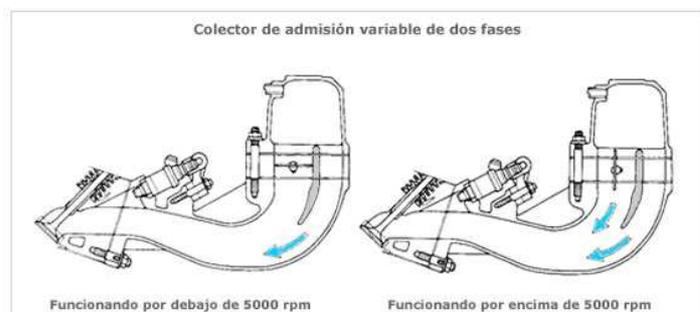
## 6. SISTEMA DE ADMISIÓN (COMPONENTES BÁSICOS)

En este apartado se pretende realizar una descripción general sobre todos los componentes de que puede constar el sistema de admisión de una motocicleta, para aportar una primera aproximación sobre qué es lo que realmente se va a diseñar.

Así mismo se describirán las posibles alternativas existentes en cuanto a algunos de los elementos que componen el sistema de alimentación. Todos ellos deberán ser diseñados o elegidos de entre los existentes en el mercado, con el objetivo de obtener el sistema de alimentación más eficiente posible.

### 6.1 CONDUCTOS DE ADMISIÓN DE AIRE

Los conductos de admisión de aire, son canales que conectan el exterior con el resto del sistema de admisión de la moto. Su función es conseguir la entrada de la mayor cantidad de aires posible, y a la mayor presión, desde el exterior hasta el carburador



En su funcionamiento tiene una gran influencia la teoría de ondas, ya que el movimiento del aire en el interior de los mismo produce una serie de ondas que pueden ocasionar un aumento de la potencia del motor, aunque también pueden producir el efecto contrario. Esto depende de la geometría de los conductos y de las

condiciones de funcionamiento del motor, ya que la geometría de los mismos es constante pero las condiciones de funcionamiento varían bastante. Pueden ocurrir que sean uno o varios los conductos encargados de permitir la entrada del aire al sistema.

Los parámetros geométricos a definir serán:

- Longitud del tubo:

La longitud del tubo de admisión tiene mucha importancia a bajos y medios regímenes de velocidad y tiene poca importancia a velocidades elevadas. Es evidente que para cada velocidad del motor hay una longitud óptima:

- Bajas revoluciones: tubo largo
- Altas revoluciones: tubo corto

En esta gráfica puede observarse la relación entre la longitud del tubo y las revoluciones, con lo que queda demostrado lo expresado anteriormente.

- Diámetro del tubo:

El diámetro del tubo tiene una influencia directa sobre la presión dinámica. Una disminución del diámetro supone un aumento de la velocidad, de este modo:

- Bajas revoluciones: diámetro pequeño, pues se eleva la fuerza de inercia de la columna gaseosa y aumenta las amplitudes de las oscilaciones.
- Altas revoluciones: diámetro mayor, ya que evita el exceso de pérdidas en el tubo.

- Curvatura del tubo:

La presencia de una curva en el conducto de admisión aumenta la resistencia aerodinámica del sistema.

## 6.2 SILENCIADOR DE ADMISIÓN

El silenciador de admisión se emplea principalmente en motor de carretera.



*Silenciador de admisión*

Lo más habitual es un conducto de goma moldeada, con entrada que se estrecha, y con aletas o tabiques a lo largo del flujo de aire. Su función es evitar que

las ondas se reflejen de la parte abierta de la entrada de aire además de reducir el ruido que produce la admisión.

Pero su empleo puede conllevar una obstrucción física al flujo de gases e impedir el aprovechamiento de los efectos de resonancia en la admisión. Aunque en este último caso puede suponer una ventaja al eliminar de este modo los efectos indeseables de ondas desfasadas.

Si se eliminara el silenciador se conseguiría, generalmente, una ligera subida de la potencia máxima, con la caída a ambos lados de la misma.

De este modo será conveniente analizar si la colocación del silenciador de admisión supone verdaderamente una restricción, y su eliminación es adecuada para este tipo de motos. Ya que se trata de vehículos en las que se busca una mayor potencia, además éstos no se encuentran sujetos a la normativa de sonoridad dispuesta para circulación en vía pública, sino a la normativa de la competición, que es mucho menos restrictiva en cuanto a decibelios.

### 6.3 CAJA DE RESONANCIA O AIRBOX

La caja de resonancia o también llamada airbox (caja de aire) o caja de atenuación, actúa como reserva o depósito de aire para el motor. Aquí el aire procedente del exterior a través de los conductos de admisión se tranquiliza, tratando de suprimir las turbulencias con las que llega y aumentar su presión para intentar mejorar la entrada de aire al carburador. Por tanto aquí también tiene influencia la teoría de ondas.



*Airbox Fórmula 1  
 Ferrari 335*



*Airbox*

Pero también puede suponer una restricción a la hora de conseguir la máxima potencia del motor, sobre todo en motores muy potentes, ya que en el caso de motores pequeños su efecto es apenas apreciable. Esto es debido a que su empleo supone una leve disminución de la potencia máxima, aunque permite un aumento significativo de potencia a medio régimen. En cuanto a la mezcla, apenas tiene influencia sobre la misma.

De modo que en este caso también será necesario determinar si se instala o no la caja de aire en vistas a conseguir una mayor potencia.

### 6.4 CAJA DE FILTRO

Este elemento tiene como función alojar el filtro de aire.



En muchas ocasiones la caja de resonancia y la de filtro se refieren al mismo elemento. Estos dos objetos tienen distinta función, pero puede ocurrir que la caja de resonancia incorpore en su interior el filtro de aire. Por lo que en esta situación la caja de resonancia también actúa como caja de filtro.

## 6.5 FILTRO DE AIRE

El filtro de aire es el encargado de evitar la entrada de cualquier partícula que pueda encontrarse suspendida en el aire que pueda ser aspirada en la admisión. Éste se ubica en la caja de filtro, en caso de disponer de ella.



Su empleo también puede suponer pérdidas de potencia, ya que su colocación supone un obstáculo para el paso del aire, pero las consecuencias que puede tener la entrada de cualquier partícula, por pequeña que sea, al interior del motor podrían ser graves.

Todas las partes que se han descrito hasta el momento son habituales en el sistema de admisión de motocicletas. Pero muchas de ellas pueden no incorporar ninguno de ellos, es decir, poseen una entrada de aire libre al carburador. Esto es así debido a que, la colocación de todos estos elementos supone mejoras en el funcionamiento de la motocicleta y aumentos de potencia, sólo si se encuentran

perfectamente diseñados. Las ondas de presión generadas en estos conductos pueden conseguir un mejor llenado del cilindro, pero si el diseño no está bien realizado, en lugar de beneficioso puede resultar perjudicial. Por esta razón en algunas ocasiones se deja la entrada libre, permitiendo que el motor proporcione la potencia a partir del correcto diseño y la elección del carburador y del tubo de escape.

## 6.6 CARBURADOR

El carburador y su reglaje es un elemento muy influyente en el buen funcionamiento de la motocicleta. Quizás sea el componente más determinante a la hora de conseguir una potencia elevada para la moto, ya que es el mecanismo encargado de proporcionar la mezcla aire y combustible que el motor necesita para funcionar.

En la actualidad existen una gran cantidad de variantes respecto a este elemento, por ello será muy importante realizar un estudio de cada una de ellas, analizando su funcionamiento, ventajas e inconvenientes, que lleven a seleccionar la mejor opción.

Además hay que tener en cuenta no sólo el tipo de carburador, sino también (una vez determinado este) la marca del mismo, ya que es un factor también influyente en el funcionamiento de la motocicleta, y que habrá que determinar para saber cuál es el que deberá adquirirse a la hora de montar todo el sistema de admisión en la moto.

Pero en este apartado sólo se realizará la descripción y el funcionamiento de las distintas tipologías de carburadores existente. Dejando el resto de estudios para apartados posteriores.

### EL CARBURADOR MECÁNICO

El carburador mecánico es el más elemental de todos ellos. En sus inicios era un mecanismo muy sencillo y fácil de fabricar. Con el paso del tiempo se ha ido produciendo una complicación en su construcción y regulación, encaminada a conseguir una dosificación (relación entre peso de gasolina y peso de aire consumido) más precisa para cada régimen de giro del motor y una mayor obtención de potencia.

El funcionamiento de los carburadores se basa en la aspiración. Se valen de ella tanto para incorporar gasolina a la corriente de aire aspirado como para pulverizarla o atomizarla. Para comprender este funcionamiento hay que tener en cuenta el principio del Venturi: si una corriente de fluido pasa por un estrechamiento se produce un aumento de su velocidad y una disminución de la presión que ejerce sobre las paredes del estrechamiento. Es decir, si una masa de aire se traslada por un conducto con una velocidad dada y se encuentra con un lugar en el que el paso se restringe, la velocidad aumentará en la zona donde la sección es menor, y por tanto su presión disminuirá, para una vez salvado el estrechamiento, mantener la misma velocidad y caudal que al inicio.

Con ello se pretende conseguir que la gasolina se pulverice en el aire aspirado consiguiendo una mezcla homogénea de dosificación adecuada.



Pero la dosificación ha de cambiar según sean las condiciones de trabajo del motor, es decir, su régimen de giro y posición del acelerador. Para conseguirlo, en la actualidad existen dos tipos de carburadores:

#### - CARBURADORES DE VENTURI FIJO:

En ellos la tobera de entrada al carburador desemboca en un conducto de diámetro constante en el que el paso del flujo aspirado se regula con una válvula giratoria, la llamada mariposa. Al dejar pasar un cierto caudal de aire, se produce una depresión que hace que la gasolina se incorpore al flujo de admisión por el o los surtidores dispuestos al efecto. Cuanto más paso se abre, más caudal circula por el cuerpo del carburador, y la mayor depresión hace aumentar la presencia de gasolina.

Pero este sistema no se emplea en el campo de las motocicletas, siendo más habitual para el caso de automóviles. Esto es debido a la diferencia de funcionamiento y requerimientos que presentan los motores de 4 tiempos empleados en automóviles principalmente, frente a los de 2 tiempos más empleados en motocicletas.

#### - CARBURADORES DE VENTURI VARIABLE:

Los carburadores de Venturi variable se caracterizan, como es evidente, por permitir la posibilidad de variar el diámetro del estrechamiento denominado Venturi.

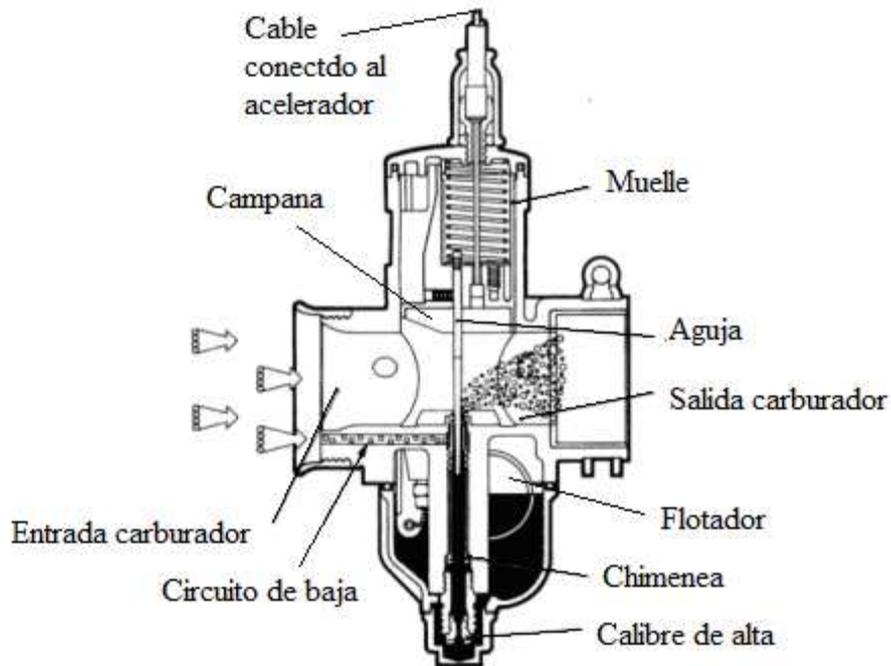
Esto lo realiza mediante una válvula corredera situada en el cuerpo del carburador, que deslizando de arriba abajo, obstruye o deja libre el conducto de admisión. Este sistema a su vez, puede ser de dos tipos:

##### -De tiro directo:

Este tipo de carburadores se llama así porque el cable del acelerador acciona directamente la campana, también llamada válvula de corredera, que es la pieza que

determina el caudal de aire aspirado y regula los caudales de los diferentes conductos de entrada de gasolina, regulando de este modo la mezcla que entra al motor.

En el dibujo inferior se puede observar el esquema de un carburador de este tipo, en el que se indican sus elementos principales, que más adelante ser detallaran más pormenorizadamente.



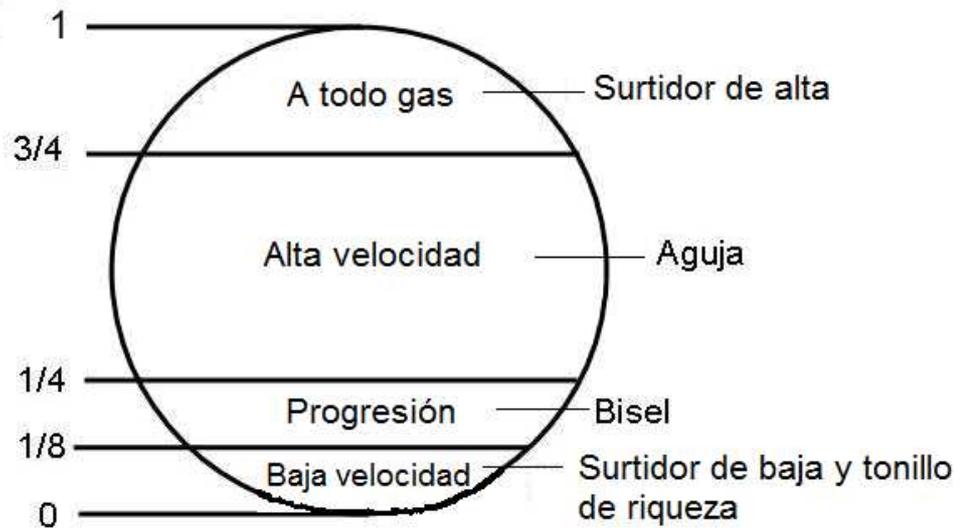
Como puede observarse, el único mando externo por medio del cual se puede controlar el carburador es el cable del gas, que viene del acelerador de la moto.

Únicamente mediante en movimiento lineal de este cable se puede actuar sobre los diferentes circuitos y mecanismos que alimentan de gasolina al carburador y se encargan de que la mezcla sea siempre la deseada.

El cable del acelerador está unido directamente a la campana, que es la pieza que se desliza verticalmente dentro del cuerpo del carburador y que ensancha o reduce la sección de paso de aire hacia el motor. La campana sube al girar el acelerador y baja automáticamente por la acción de un muelle de retorno cuando lo soltamos. Cuanto más arriba está, mayor es el caudal de aire que deja pasar al motor y, por lo tanto, mayor debe ser la cantidad de gasolina que se debe aportar.

Así, según la posición de la campana, se regula el funcionamiento de los circuitos de baja y alta, y la dosificación de la gasolina, para adecuar su proporción lo más posible al ideal estequiométrico.

En el siguiente esquema se detallan las fases de funcionamiento del carburador, así como el circuito que actúa en cada fase y el elemento clave del que va a depender la regulación en cada caso.



Hay que tener en cuenta que este esquema es una simplificación aproximada a la realidad, por las siguientes razones:

- En el funcionamiento real del carburador no existe una frontera exacta entre una y otra fase, sino más bien una zona difusa de solapamiento en la que unos sistemas dejan de actuar y otros comienzan.
- Según la zona en que esté funcionando el carburador, serán unos u otros elementos de regulación los que adquieran la mayor importancia, aunque no se pueden despreciar los demás pues todos ellos afectan al funcionamiento del carburador, aunque en diferente medida según la zona en cuestión.
- Según la regulación que se haga con estos elementos, el momento del paso de una zona u otra puede desplazarse en uno u otro sentido.

Cuando el acelerador está suelto, la campana está en su posición más baja y el motor gira a un régimen muy bajo, justo lo suficiente para que no se pare, a unas 1.000 rpm. Es el régimen de ralentí. En este momento, el motor aspira muy poco aire y necesita muy poca gasolina para funcionar. En este caso funciona únicamente el circuito de baja. Hasta aproximadamente el primer octavo de giro del puño del gas, este circuito actúa en solitario.

En el siguiente octavo de recorrido del acelerador, empieza a funcionar el circuito de alta. Esta es la fase de “progresión”, en la que se produce el solapamiento de ambos circuitos. Para que este solapamiento sea eficaz, se dispone del agujero de “bypass” del circuito de baja.

Ya pasado el primer cuarto de giro del puño del gas, únicamente actúa el circuito de alta. Aunque, en realidad, esto no es estrictamente cierto, ya que el circuito de baja no deja de actuar, sino que actúa con la totalidad del caudal que puede suministrar, por lo que a partir de este momento, es el circuito de alta el que debe incorporar la gasolina suplementaria al mayor torrente de aire aspirado por el motor.

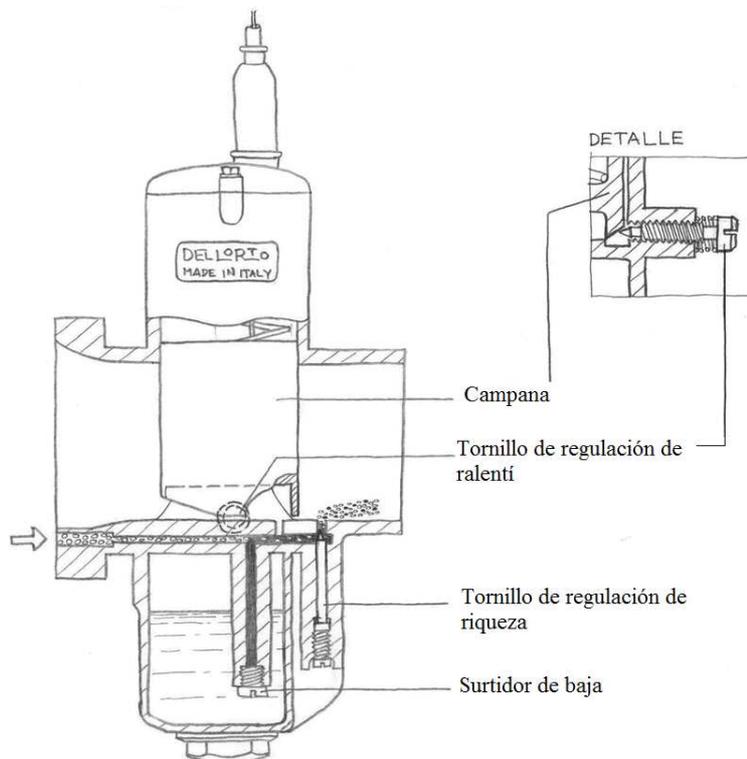
Hasta el último cuarto de giro del gas, la cantidad de gasolina que entra en el motor es controlada principalmente por la aguja, solidaria con la campana. En el último cuarto de giro del gas la aguja apenas tiene influencia al estar próxima a suministrar ya su caudal máximo y la riqueza de la mezcla prácticamente ya sólo depende del diámetro del surtidor de alta.

Con todo ello ha podido deducirse que, para pulverizar la gasolina, los carburadores tienen dos circuitos de funcionamiento básico, según sea la posición del acelerador y el régimen de giro del motor. Estos circuitos son el de “baja” y el de “alta”.

Pero además de estos circuitos, que cubren todo el recorrido del cable del acelerador, existen otra serie circuitos o elementos que tienen por misión alimentar al motor en determinadas condiciones particulares. Todo ello se explica a continuación:

#### CITCUITO DE BAJA:

El circuito de baja funciona con el motor al ralentí y en los regímenes más bajos de giro del motor, en los cuales, la depresión creada por el flujo de aire de la admisión es tan débil que no consigue que la gasolina suba por la chimenea y alimente el circuito de alta.



Como se detalla en la figura, el circuito de baja tiene su propia toma de admisión de aire, de reducida sección, para que la pequeña depresión originada por la admisión del motor cree una corriente de aire con velocidad suficiente para producir la succión de la gasolina a través del conducto que comienza en el surtidor de baja,

sumergido en gasolina dentro de la cuba del carburador. El combustible así aspirado, se incorpora al flujo de aire y ambos salen del carburador a través de un orificio situado tras la campana, que se encuentra en la parte más baja de su recorrido al estar cerrado el acelerador.

Existen dos formas de regular la riqueza de la mezcla proporcionada por el circuito de baja, dependiendo del modelo de carburador. En ambos casos se realiza mediante un tornillo que cierra o abre el paso, pero en un caso se regula el paso de aire, mientras que en otros es el de gasolina sobre el que se actúa. Este segundo es el representado en la figura.

Existe un segundo tornillo de regulación del ralentí (representado en el detalle del croquis) cuya función es la de regular el régimen de giro del motor. Este tornillo está situado lateralmente en el eje del carburador, en la parte baja del recorrido de la campana y sirve para hacer de tope a ésta, limitando el punto más bajo al que puede llegar. La punta de este tornillo es cónica y al apretarlo levanta la campana, dejando pasar más aire al motor y consiguiendo así mayor caudal de aire aspirado y mayor incorporación de gasolina a la mezcla, haciendo así que el motor gire a más velocidad.

De modo que lo que regula no es la riqueza de la mezcla, sino la cantidad de mezcla que entra al motor.



*Tornillo de ralentí*

Según las motos, el régimen de ralentí se sitúa normalmente en el intervalo de las 900-1.200 rpm.

Una vez superado este intervalo, en los primeros grados de giro del acelerador, conforme sube la campana, empieza a aspirarse más gasolina que se incorpora al caudal de aire, manteniendo así sus proporciones. Pero llega un momento en el cual el orificio de entrada de gasolina al carburador no tiene el diámetro suficiente para suministrar más combustible y el caudal de aire aspirado no tiene energía suficiente para crear la depresión necesaria para incorporar combustible a través de la chimenea del circuito de alta.

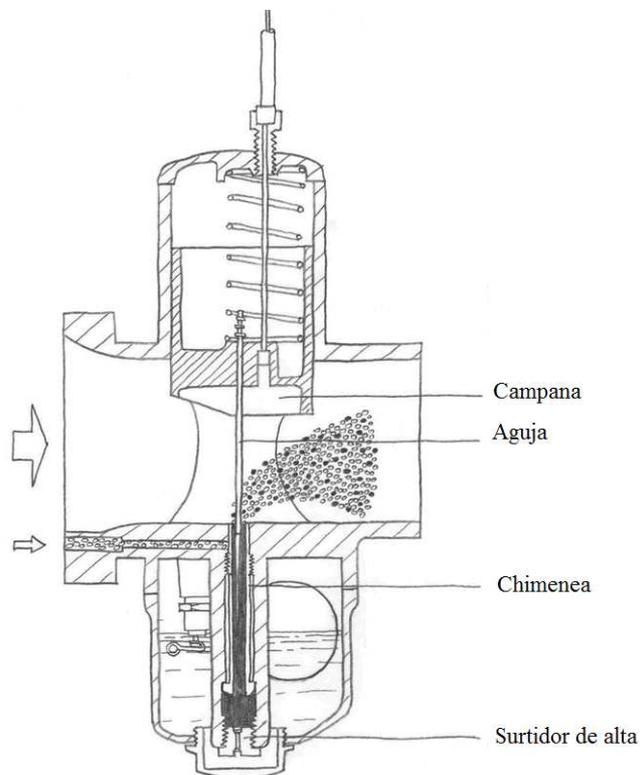
Para solucionar esta situación, el circuito de baja presenta un orificio adicional de suministro de gasolina situado bajo la campana, justo delante del borde que cierra esta contra el conducto de entrada de aire del carburador. Este orificio se denomina "bypass" y tiene por misión añadir al caudal de aire aspirado por el motor la gasolina suplementaria que necesita para, nuevamente, mantener las proporciones de la mezcla.

En realidad, este agujero no funciona siempre de la misma forma pues, en los regímenes más bajos lo que hace es aspirar aire desde el conducto principal del carburador al circuito de baja para, a medida que las depresiones en ambos conductos van cambiando, invertir su sentido de funcionamiento e incorporar combustible al conducto principal del carburador, como se ve en el croquis.

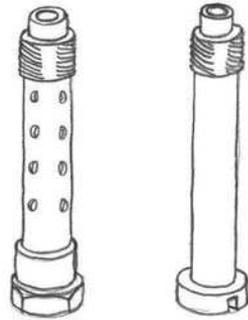
#### CIRCUITO DE ALTA:

Llegado el momento en que el orificio del circuito de baja ya está suministrando combustible a su máximo caudal, si se sigue girando el acelerador y la campana sigue subiendo, la depresión creada por el flujo de aire de admisión ya es suficiente para que la gasolina ascienda por la chimenea y se incorpore al aire aspirado a través de la chimenea.

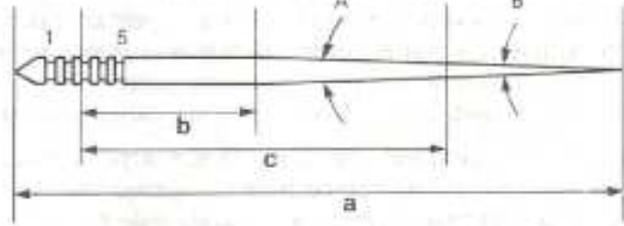
En el croquis adjunto se detallan todos estos elementos de que consta este circuito:



Una vez que la gasolina ha empezado a ascender por la chimenea, incorporándose al flujo de aire aspirado, es necesario que algún mecanismo regule el caudal de gasolina suministrado. Este elemento es la aguja, que puede observarse a continuación:

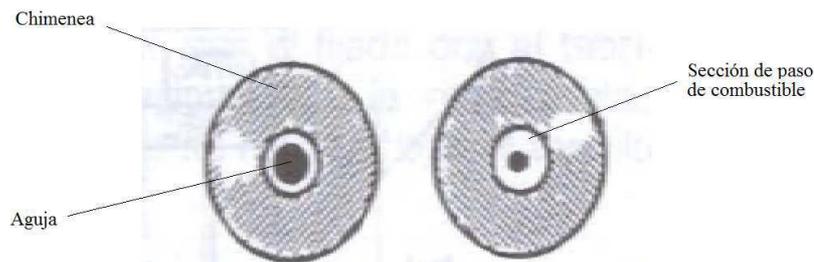


Chimeneas



Aguja

La aguja es un elemento unido solidariamente a la campana, que sube y baja con ella por el interior de la chimenea. Ésta tiene en su parte superior forma cilíndrica y en su parte inferior forma cónica. Es un elemento finamente calibrado en todas sus dimensiones, que se fabrica con muchas medidas diferentes para cada modelo de carburador. Las diferentes medidas en que se fabrican afectan no solo a la sección de su tramo cilíndrico, sino también a la longitud e inclinación de su parte cónica (dimensiones A, B, a, b y c, en el croquis). Es precisamente esta última parte la que dosifica la cantidad de gasolina que entra en el motor, pues al subir o bajar, obtura más o menos la chimenea, lo que regula el caudal de combustible.



Caudal de gasolina según la posición de la aguja

Las agujas están sujetas a la campana por el interior de ésta, mediante un clip plano con forma de mariposa que sujeta la aguja en una acanaladura que ella misma presenta en su extremo superior. En realidad, las agujas disponen de cuatro o cinco acanaladuras en su parte superior (pueden observarse en la página anterior), de manera que según el cual se sujete, la zona cónica empezará a asomar de la parte superior antes, enriqueciendo la mezcla en su recorrido de acción, o después, empobreciéndola.

Lógicamente, esto provoca también un desfase de la zona de giro del acelerador en la que actúa.

La elección de la aguja correcta es lo más complicado, pues intervienen en la dosificación de la mezcla los diversos parámetros de su geometría que afectarán los dos cuartos centrales del recorrido del acelerador. Una aguja con su zona cónica más larga actuará durante un mayor recorrido del puño de gas y en función de la inclinación de su parte cónica enriquecerá la mezcla más o menos a medida que lo giremos.

En el momento que empieza a ascender el combustible por la chimenea la aguja está en el final de su tramo cilíndrico. Al seguir subiendo la campana, la parte cónica empieza a salir de la chimenea, disminuyendo la zona obstruida y aumentando así el caudal de gasolina. Esto funciona así hasta más o menos el último cuarto de giro del gas, cuando la aguja sale por completo (o casi) de la chimenea, dejando toda su sección libre, pasando a la situación de gas a fondo.

En este último cuarto de giro del acelerador la aguja ha salido de la chimenea y por ella asciende sin obstáculos la gasolina aspirada por la gran corriente de aire que entra en el motor. El único elemento que limita en este momento el paso de gasolina es el surtidor de alta. Esta pieza dispone de un orificio precisamente calibrado que limita el caudal máximo de gasolina que puede pasar por su interior.

Si en este último tramo del recorrido del acelerador la mezcla se queda fina (mezcla pobre), se necesita un surtidor de mayor paso y viceversa si se queda gorda (mezcla rica).



Surtidor principal

Antes de acabar con la explicación del circuito de alta, hay que realizar una pequeña mención a la campana, donde va montada la aguja.

La forma de la campana ha sido tradicionalmente cilíndrica, debido a la facilidad de su fabricación, tanto de ella como de su alojamiento. Pero poco a poco, con los avances que se han ido consiguiendo en cuanto a la fabricación, se han ido incorporando nuevas formas más efectivas, aunque más caras y complicadas de realizar. En general existe una tendencia a aplanar las campanas, ya que se consigue una respuesta más rápida. A continuación pueden observarse algunos ejemplos de campanas para carburadores.

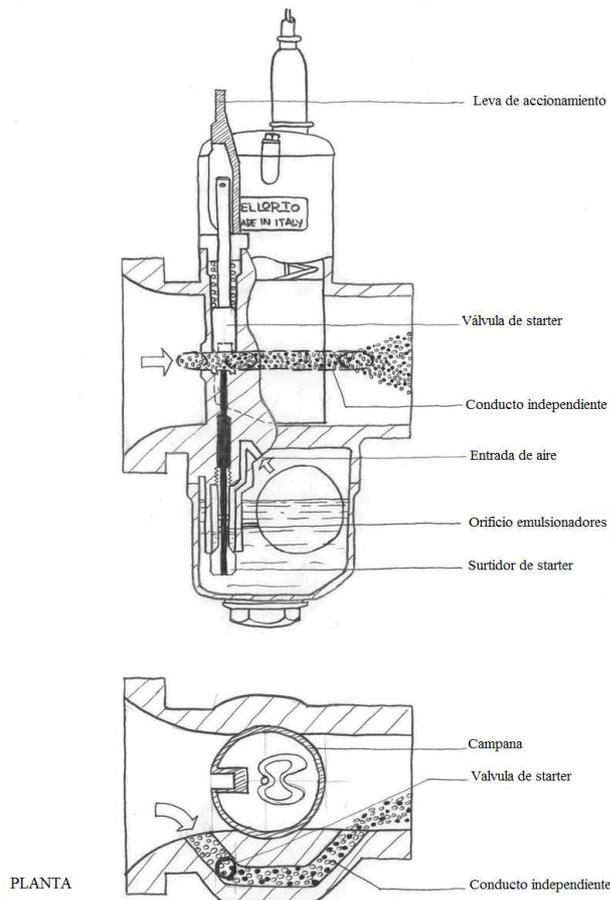
Como se ha comentado al inicio del apartado, existen situaciones determinadas que requieren cambios en la dosificación para que el funcionamiento del motor sea el deseado, son los denominados sistemas auxiliares.

De entre ellos los dos sistemas más importante son:

## CIRCUITO DE STARTER

Como es sabido, tanto más difícil es de arrancar un motor cuanto más frío está. Esto se debe a la naturaleza líquida de las gotas de gasolina que, al entrar en contacto con las frías paredes del conducto de admisión, se condensan en ellas, resultando en un empobrecimiento de la mezcla que impide su combustión.

El circuito de “starter” se emplea en esta situación para enriquecer la mezcla mientras el motor, y con éste los conductos de admisión, adquieren la suficiente temperatura como para que no se produzca este empobrecimiento de la mezcla.



El circuito de “starter” se representa en el croquis adjunto y como se puede ver es un circuito completamente independiente pues, tiene su propio conducto de admisión de aire (ver croquis en planta), surtidor, chimenea y válvula de accionamiento que bien puede ser una simple leva a accionar manualmente colocada sobre el propio cuerpo del carburador o bien un mando remoto por cable.

Este circuito tiene dos fases de funcionamiento. En los primeros giros del motor produce una mezcla muy rica al ascender súbitamente la gasolina que está acumulada en su interior, cuyo nivel queda limitado por los orificios emulsionadores de que dispone el surtidor. Después, la chimenea de este circuito emulsiona la gasolina succionada por la aspiración del motor con aire que toma del interior de la cuba reduciendo la elevada riqueza inicial.

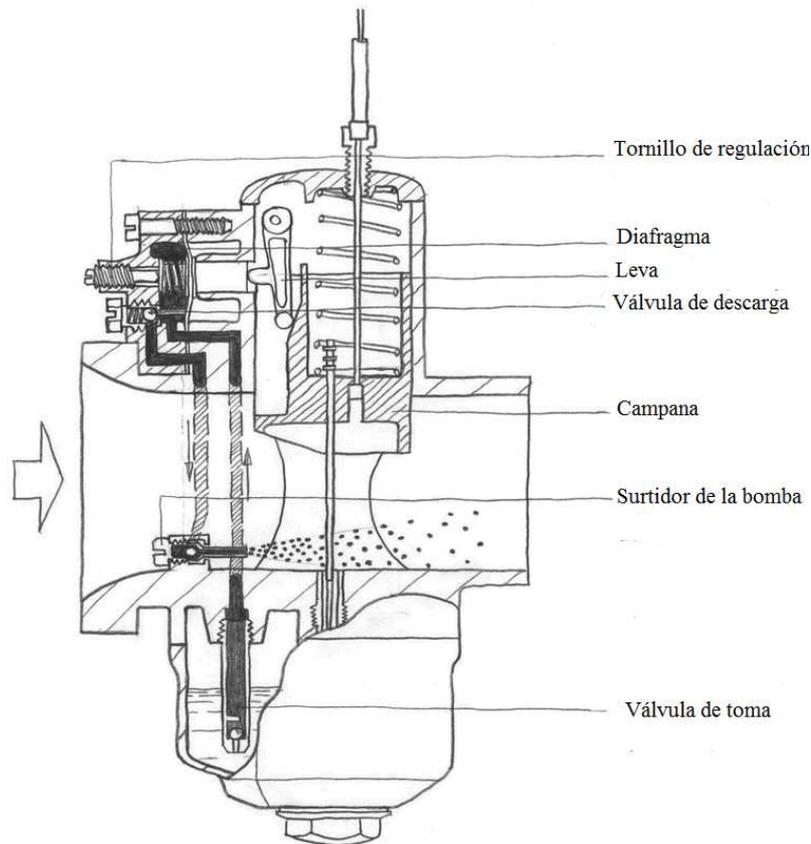
### BOMBA DE ACELERACIÓN

Cuando partiendo de un régimen estacionario se aumenta el grado de admisión (aceleración), abriendo más el paso de los gases, en general hay un incremento de la revoluciones del motor. Como la presión en el colector de admisión crece, el equilibrio líquido-vapor del colector se desplaza hacia la fase líquida, con lo que

aumenta la gasolina que se condensa en el colector, de manera que el dosado que llega al cilindro sería más pobre.

Como lo que interesa es que la mezcla en estas situaciones algo más rica, al contrario de lo que ocurre, muchos carburadores disponen de una bomba de aceleración.

Lo que hace este dispositivo es aumentar la cantidad de gasolina que entra en el motor cuando giramos súbitamente el puño del acelerador para compensar el fenómeno expuesto. Existen varios tipos de bombas de aceleración. A continuación se presenta uno de ellos, bomba de aceleración de tipo diafragma:

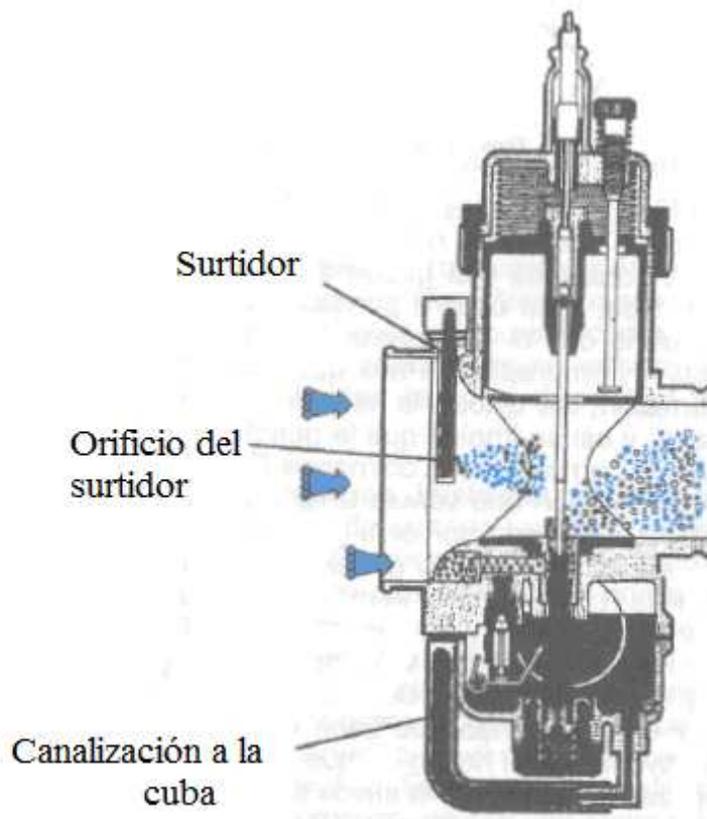


La campana de estos carburadores tiene una pared con una forma determinada que mueve una leva en función de su posición. Esta leva actúa mediante un pequeño pistón sobre una lámina flexible o diafragma. La gasolina almacenada al otro lado del diafragma pasa por una válvula dotada de un muelle y una pequeña esfera y de ahí al conducto de admisión. Como podemos entender de manera bastante intuitiva, si se produce un giro súbito del puño del gas, la leva empujará rápidamente al diafragma que desplazará la gasolina con una fuerte presión sobre la válvula, venciendo la resistencia del muelle y enriqueciendo la mezcla en mayor medida que con un giro suave.

La resistencia de este muelle se puede regular con el tornillo que lo comprime y la actuación de la bomba con campanas con perfiles diferentes que hagan actuar la leva de la bomba con más o menos velocidad, como se ve en el detalle adjunto.

### POWER JET

El Power Jet es un sistema auxiliar que realiza un aporte extra de combustible, pero únicamente en la parte más alta de la escala del cuentavueltas, si bien de forma continua y no sólo al acelerar como en el caso anterior. En este caso, no aparece un dispositivo mecánico que bombee gasolina líquida, sino un conducto que está conectado a la cuba del carburador mediante un dispositivo de funcionamiento regulado. El conducto puede encontrarse, o bien en la parte inicial del venturi, en la tobera de entrada, o bien en el interior del estrechamiento.



En el caso de los conductos integrados en la tobera, éstos suelen estar regulados simplemente por la depresión: cuando la campana del carburador está parcialmente abierta, en la zona ocupada por el Power Jet no hay corriente de aires, de manera que la gasolina que contiene se mantiene en su interior. Cuando la campana se abre, la corriente de admisión comienza a arrastrar el combustible, de manera que se aumenta la proporción de gasolina, independientemente de los reglajes internos del carburador.

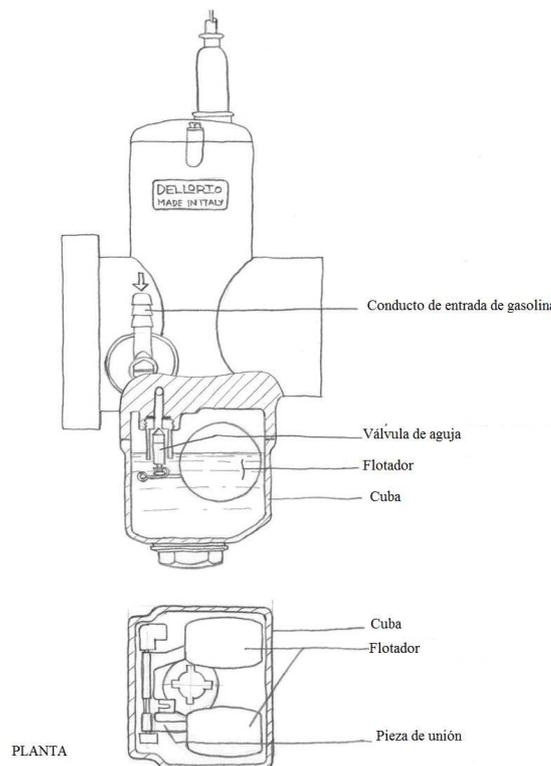
La razón viene dada por la búsqueda de la máxima potencia a pleno régimen y con el acelerador completamente abierto, que exige una cantidad de gasolina que el

circuito principal no puede suministrar si se desea un funcionamiento homogéneo en régimen y cargas parciales.

Después de haber realizado un análisis de todo los circuitos y sistemas de funcionamiento del carburador, es necesario describir, cómo se produce la alimentación del mismo, es decir, la llegada y almacenamiento del combustible en el carburador.

El carburador recibe la gasolina del depósito de combustible bien por gravedad o por medio de una bomba de gasolina. Como hemos explicado, el principio de funcionamiento del carburador es mediante el efecto “Venturi”. Pues bien, para que la gasolina que llega al carburador pueda incorporarse al torrente de aire aspirado en las proporciones precisas, es necesario que la distancia que recorra sea siempre la misma.

Si esta fuera variable, se necesitaría más o menos fuerza de succión en cada caso, lo que haría que el caudal aspirado no fuera continuo y, por lo tanto, las proporciones de la mezcla no pudieran controlarse.



Por eso el carburador dispone en su parte inferior de una cuba, que no es sino un recipiente en el que se deposita la gasolina a presión atmosférica y se mantiene siempre con un nivel determinado e invariable.

Para mantener la cuba a presión atmosférica se dota a ésta de un pequeño conducto que la comunica con el exterior. Esto debe ser así pues se debe mantener estables todas las condiciones externas para que únicamente sea variable el caudal de aire aspirado y así se pueda mantener la proporción de la mezcla sin influencia de otros factores.

Como puede verse en el croquis adjunto, para mantener el nivel de la cuba siempre constante, ésta está dotada de un flotador que va conectado a una válvula de aguja que limita el paso de gasolina que viene del depósito de la moto. Si el nivel baja, desciende el flotador y abre la válvula de aguja, lo que hace de nuevo subir el flotador y cerrar dicha válvula, de manera que el nivel permanece siempre constante.

### *Cuba y flotador/boya del carburador*

Hay que tener en cuenta que existen una gran cantidad de variantes en la construcción de los carburadores, sobre todo en cuanto a los sistemas auxiliares. Pero podría considerarse que todos ellos poseen una misma base (explicada anteriormente) a partir de la cual se producen las variaciones.

## **EL CARBURADOR ELECTRÓNICO**

Estos carburadores son similares a los expuestos anteriormente, su funcionamiento parte de la misma base. Pero van equipados con sensores y actuadores que por medio de una unidad electrónica de control (ECU) se encargan de ajustar los valores de funcionamiento de forma muy precisa. Estos carburadores permiten realizar unos ajustes más precisos en la dosificación de la mezcla y conseguir unas menores emisiones contaminantes en los gases de escape, en comparación con los de tipo mecánico. Por ello podrían considerarse como un modelo mejorado de los anteriores, ya que su funcionamiento es similar, pero además permiten un mejor control de la dosificación según las condiciones de funcionamiento.

En estos carburadores se aprovecha la precisión de control de la mariposa de gases, por parte de los actuadores electrónicos, para reducir el consumo al ralentí, en marcha lenta (circulación urbana), y en las retenciones del motor. Los actuadores reciben las señales de una unidad de control (centralita) que a su vez computa las señales eléctricas recibidas del motor, régimen de revoluciones, presión atmosférica, presión en el colector de admisión, posición del pedal acelerador, grado de apertura de la mariposa, etc. En función de las señales mandadas por estos transductores a la centralita, ésta manda una señal eléctrica adecuada en valor, polaridad y tiempo a los actuadores electrónicos situados en el carburador, los cuales controlan las siguientes funciones: arranque en frío, ralentí, marcha económica, aceleración...

Pero este tipo de carburadores se emplean básicamente en el caso de motores de cuatro tiempos, para motores de dos tiempos (como es el caso) apenas existe

algún modelo. Esto es debido a que los carburadores que se han electrolizado son los de depresión, más lentos que los de tiro directo y por tanto inútiles para motores de dos tiempos, que requieren el suministro de la mezcla en intervalos de tiempo menores.

La casa de carburadores Dell'Orto ha encontrado una solución, y han sido capaces de crear un sistema de carburación electrónica.

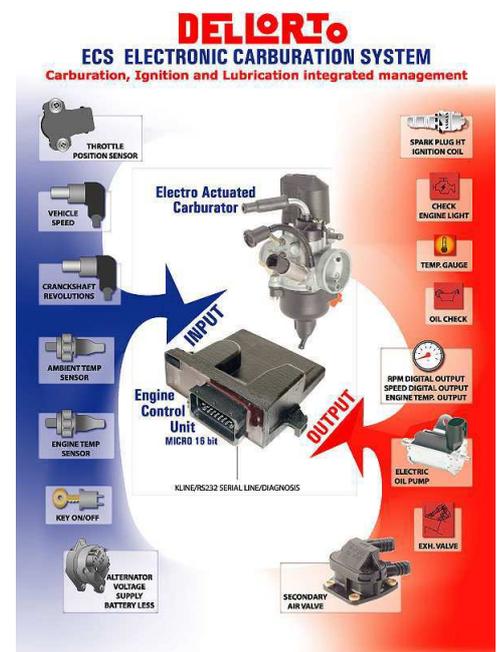
A continuación se aporta algo más de información sobre este novedoso invento:

### SISTEMA DE CARBURACIÓN ELECTRÓNICA (ECS)

Este sistema de carburación electrónica desarrollado por Dell'Orto, está ideado para su empleo en motores de 2 y 4 tiempos de un solo cilindro. A través de él se controla principalmente la proporción de la mezcla y el encendido.

Se trata de un carburador que cuenta con una serie de sensores que le aportan los datos de entrada (INPUTS) que necesita, y a partir de los cuales, mediante su correspondiente procesamiento por la ECU, genera las salidas (OUTPUTS). Es decir, se trata de un sistema capaz manda las órdenes a los correspondientes elementos según las condiciones de funcionamiento del motor en cada situación.

- Los Inputs son:
  - Sensor de posición
  - Velocidad del vehículo
  - Revoluciones del motor
  - Sensor de temperatura ambiente
  - Sensor de temperatura del motor
  - Posición de encendido/apagado
  - Tensión suministrada al alternador
- Los Outputs son:
  - Control del encendido (bujía)
  - Luz de mal funcionamiento del motor
  - Indicador de la temperatura
  - Verificación del aceite
  - Salida digital de: rpm, velocidad y temperatura del motor
  - Control de la bomba eléctrica de aceite
  - Control de la válvula de escape
  - Control de la válvula de aire secundaria



Este sistema condiciona que el engrase sea independiente.

Otro dato a tener en cuenta es que no requiere ninguna bomba eléctrica de combustible, con la consiguiente ventaja de configuración, capacidad de la cuba, absorción eléctrica, pesos y dimensiones generales. Además la centralita de control es programable pudiendo reajustar los parámetros según el motor empleado, para orientarlo a la obtención de una mayor potencia.

Uno de los principales logros que se consiguen mediante este sistema, consiste en el cumplimiento de la normativa europea anticontaminación Euro3, dado que se trata de un sistema diseñado para su aplicación en motos de carretera donde esta normativa es de obligado cumplimiento. En el caso del diseño de la moto de competición, este dato es irrelevante, ya que no existe la aplicación de ninguna normativa relacionada con la contaminación, de modo que el cumplimiento de la misma sólo puede conllevar la reducción de la potencia por las limitaciones que ello supone. Pero esto no tiene por qué suponer un problema, ya que la centralita es abierta y su reprogramación eliminaría el cumplimiento de dicha normativa y permite orientar el reglaje de todos los parámetros para conseguir la máxima potencia posible.

## 6.7 CONDUCTO DE ADMISIÓN (TOBERA)

El conducto de admisión al cilindro se le denomina “tobera” y es el encargado de conectar la salida del carburador con la entrada de mezcla al cilindro.

Éste debe mantenerse lo más recto y uniforme posible, de tal forma que el flujo de gases tenga un mínimo de obstáculos, y que las ondas de presión que se mueven por la tobera puedan tener efectos provechosos, es decir, que el efecto de las ondas de presión tienda a conseguir un mejor llenado del cilindro. Para que ocurra de este modo, al igual que en el caso de los conductos de admisión de aire, también hay que determinar varios parámetros en relación a su geometría, teniendo en cuenta que la geometría del mismo es constante, a pesar de que las condiciones de trabajo varían bastante.

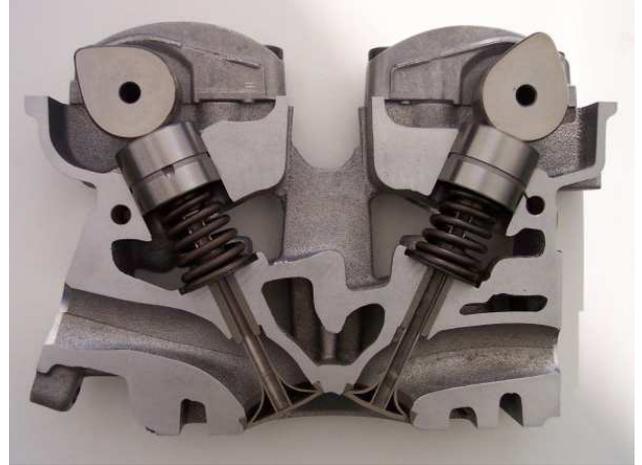


*Tobera de admisión*

En nuestro caso el motor ya incorpora dicho conducto, de modo que no será necesario su diseño.

## 6.8 VÁLVULAS DE ADMISIÓN

Las válvulas de admisión, son los elementos encargados de abrir y cerrar el paso a la mezcla que proviene del carburador a través de la tobera de admisión.



Para que funcionen correctamente estas válvulas, son gobernadas por dos ejes de levas colocados en la parte superior del motor, dicho alojamiento se denomina culata, y en él están alojado todo el sistema de distribución del motor.

Por una parte, la cadena de la distribución, es la encargada de hacer que los ejes de levas giren a síncrono y conseguir así que las válvulas abran y cierren la entrada al cilindro y la salida de los gases quemados. En esta zona también están alojados los balancines y las muelles de retorno de las válvulas. La misión de estos muelles es la de hacer que las válvulas cierren rápidamente y con la fuerza suficiente para que la explosión se produzca íntegramente en el interior del cilindro.

El funcionamiento de estos elementos se produce del siguiente modo: durante la admisión y mientras que el pistón se desliza desde el PMS al PMI, las válvulas de entrada se encuentran abiertas y mientras tanto las de escape cerradas. Una vez llegado al PMI las válvulas de admisión se cierran, sellando así la cámara de combustión del cilindro. El pistón asciende hasta el PMS y una vez en él se produce la explosión, desciende rápidamente y justo antes de alcanzar el PMI las válvulas de escape son las que abren en ese momento la salida hacia el colector del escape y permanecen abiertas hasta que el pistón alcanza nuevamente el PMS, en este instante se cierran y comienza un nuevo ciclo.

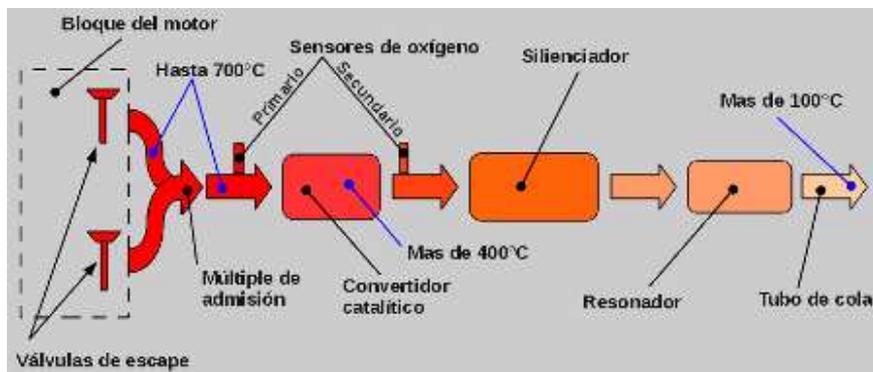
En el funcionamiento normal del motor, estas válvulas crean una resonancia debida a los cierres y aperturas forzados a presión y/o depresión, en el interior del cilindro y en el exterior del mismo. Por ello es de vital importancia el estudio de estas ondas para el correcto funcionamiento del motor, tanto para la admisión como para el escape.

Según el reglamento, no se puede modificar la estructura, ni los asientos de estas válvulas para conseguir un rendimiento mayor del motor. Por lo que consideraremos que a partir de la tobera de admisión es un circuito cerrado sin

posibles modificaciones, por lo que será conveniente un estudio aislado de esta parte del motor, para que los demás elementos funcionen a su semejanza y sin cronicidad.

## 7. SISTEMA DE ESCAPE

El sistema de escape tiene gran influencia en las prestaciones y las emisiones contaminantes de los motores. Del sistema de escape depende, en gran medida, la potencia que es capaz de ofrecer el motor. Por ello, el diseño de su forma y dimensiones es crucial para obtener el comportamiento buscado del motor.



Si nos centramos dentro de la competición, podemos dividir el sistema al completo en tres partes diferenciadas.

### 7.1 LUMBRERA DE ESCAPE

La lumbrera de escape es la zona que va desde la salida de las válvulas, hasta la toma del colector. En nuestra moto esta parte es intocable, porque pertenece al cuerpo del motor. Está labrada en el propio cilindro como vemos en la siguiente foto:

Lumbrera de Escape



## 7.2 COLECTOR DE ESCAPE

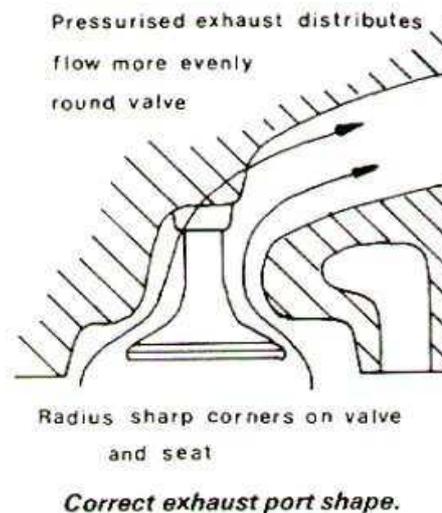
La parte que va colocada seguida de la lumbrera del escape, se denomina colector, y en él es donde las ondas que se producen el abrir y cerrar las válvulas tendrá mayor repercusión directa en el diseño de su forma, tamaño y longitud.



Para el estudio y el diseño del sistema de escape es necesario conocer con profundidad el funcionamiento de los motores de cuatro tiempos y el comportamiento y transmisión de las ondas de presión. Esto es así, porque a través del sistema de escape viajan gases de escape junto con ondas de presión, que pueden ser aprovechadas a través de la geometría del tubo de escape. A partir de esta geometría se consigue que la transmisión y reflexión de las ondas se produzca en el momento idóneo del ciclo de funcionamiento del motor, de modo que se mejore su comportamiento y prestaciones.

Comenzando desde la explosión que se produce en el interior del cilindro recorreremos el sistema. La válvula en sí tiene que ser mucho más robusta en la parte posterior de la cabeza de la válvula de entrada, ya que tiene que hacer frente a la explosión de escape caliente. La válvula está continuamente tratando de desprenderse de su calor, y se basa en el contacto con la guía y el asiento para este proceso.

Por la misma razón, la anchura del asiento siempre debe ser mayor que para las válvulas de entrada y deben ser entre 2,0 y 2,5 mm, dependiendo del tamaño de la válvula y el cilindro. Las modificaciones de la lumbrera de escape deben consistir en aumentar el área alrededor del vástago y nunca cerca del asiento.

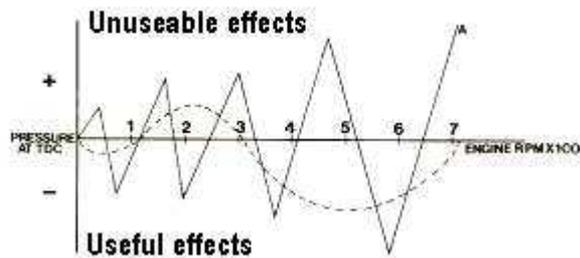


En cuanto a la forma se refiere, un corto tramo recto acabado en un puerto divergente da la mejor relación flujo/diámetro. Así como si el orificio de entrada, está sin esquinas agudas también mejorará el flujo.

A diferencia de la entrada, la capacidad de flujo de los gases de escape mejora realmente con enmascaramiento (ocultar la válvula) parcial.

Este fenómeno nos presenta la opción conveniente de empotrar la válvula de escape para mejorar la válvula de liquidación. Sin embargo, este procedimiento también da como resultado que el vástago de la válvula de escape es demasiado largo para el resorte de la válvula, o demasiado cerca del lóbulo de la leva para permitir un ajuste con la holgura adecuada.

Para ajustar la longitud del tubo de escape y el tamaño. Debemos pensar en lo siguiente. Cuando la válvula de escape se abre, un frente de onda positiva o presión se crea que baja por el tubo de escape a la velocidad del sonido.



Cuando esta onda de presión alcanza el final de la tubería, se expande y una negativa o impulso de succión viaja por el tubo hasta el motor. A medida que el frente de onda negativa alcanza el cilindro, se invierte de nuevo y se mueve de nuevo hacia el extremo de la tubería. Esta presión fluctuante “efecto de pulso” se puede utilizar con gran ventaja en mejorar el motor.

Si el sistema está diseñado de tal manera que los pulsos negativos o succión vuelvan al cilindro en superposición, servirán de ayuda en la limpieza de la cámara de combustión de los gases de escape. A su vez, esto provocará una depresión en la válvula de entrada, lo que ayudará a absorber la carga de entrada. El acoplamiento de los tubos de motores de varios cilindros también significa que el pulso efectos de un cilindro se puede utilizar para ayudar a la respiración de otro.

Para hacernos una idea de las dimensiones, podemos usar la fórmula siguiente para calcular la longitud ideal para una aplicación dada:

$$L = \frac{129540 \times E.T.}{R.P.M. \times 6}$$

Donde:

-L = longitud del tubo primario en mm medida desde la cabeza de la válvula de escape.

-E.T. = Duración de la válvula de escape en grados desde el punto de apertura de la válvula antes de BDC más completo de la 180 grados de carrera hasta T.D.C.

-R.P.M. = Las revoluciones estimados, en la que max. potencia se logrará menos 500.

Application	Exhaust opens B.B.D.C.	Exhaust closes A.T.D.C.	Av.max. power R.P.M.	E.T.
Standard Engine	50	20	5500	230
Stage 1 Street	65	30	6200	245
Stage 2 Rally, M/Cross	75-80	40-50	6800	260
Stage 3 Advanced Rally and Motor Cross	82	54	7400	262
Stage 4 Full Circuit Race	88	56	8000	268
Dragster	90+	60+	8000+	270+

Después de calcular la longitud de la tubería principal, ahora tenemos que calcular el diámetro de la siguiente manera:

Dividir "L" entre 10 para llevarlo a cm. Duplicar la cilindrada y dividirla entre la longitud "L". Al resultado dividirlo por 3,4 y hacer su raíz cuadrada. Multiplicar por dos y añadir 0,3. Multiplicar por 10 para que vuelva a mm.

Esto dará el diámetro exterior del tubo, y aunque a primera vista parezca bastante pequeño. Esto es porque se asume el uso de un tubo recto perfectamente lisa, que no es práctico de usar, por lo que deben hacerse las siguientes consideraciones. Para permitir el arrastre viscoso creado en las curvas, utilizaremos un "promedio" de tubería primaria y también para permitir que el tubo tenga un ligero aplanamiento en las curvas, para ello es necesario aumentar la sección transversal interna del área por 10-15%, dependiendo de cómo el sistema es tortuoso.

Este probablemente terminará como un tamaño de tubería que no es estándar, por lo que habrá que ir a por el más cercano stock disponible en diámetro por encima de esta cifra. Recordar que la "L" es desde la cabeza de la válvula de escape, por lo que la longitud de la lumbrera de escape tendrá que ser deducido para obtener la longitud real de fabricación. A partir de este punto, la longitud del tubo de escape secundario puede ser "L" o cualquier múltiplo de "L" y su diámetro puede ser calculado usando el método anterior.

En la parte final se incluirá un apartado de conclusiones finales donde se deducirá la geometría básica del sistema de escape a partir de los conocimientos explicados a lo largo de todo el apartado. Todo ello va a estudiarse orientado a su influencia en el diseño del sistema de escape, para permitir una mejor comprensión del mismo.

Uno de los momentos críticos en el que es importante tener un buen sistema de expulsión de gases, se produce cuando el pistón se encuentra cerca del PMI, y las válvulas de escape continúan todavía abiertas.

En esos instantes la velocidad del pistón es muy pequeña, ya que se está parando para comenzar a ascender, y por ese motivo, los últimos gases quemados no son capaces de terminar de salir por si solos. La admisión queda ralentizada, de manera que tan sólo es eficaz el periodo de bajada del pistón. Para tatar de solucionar este problema sería necesario la creación de una onda de depresión que ayude a expulsar los gases de escape del cilindro. Esta onda debería llegar al cilindro en un momento cercano al PMI, que es donde se hace necesaria.

La creación de esta onda de depresión (expansión) se consigue a través del diseño de una geometría adecuada del tubo de escape, que dé lugar a la formación de una onda de depresión en el momento idóneo. Por ello, es esencial el estudio del comportamiento de las ondas de presión, de modo que se realice un adecuado diseño del tubo de escape.

Los colectores de escape son generalmente de hierro fundido simple o unidades de tubos de acero inoxidable que recogen escape del motor de varios cilindros y entregarlo al tubo de escape. Colector de escape consisten en un escape individual para cada cilindro, que a su vez suelen converger en un tubo llamado colector. Las cabeceras que no tienen colectores se utilizan exclusivamente en los coches de carreras. El objetivo de los encabezados de escape de alto rendimiento es principalmente para disminuir la resistencia de flujo (presión de retorno) al nivel correcto, y para aumentar la eficiencia volumétrica de un motor, resultando en un aumento en la potencia de salida. Los colectores suelen estar hechos de hierro fundido en los coches de producción comercial, y pueden tener ahorro de material, las características de diseño, tales como usar la menor cantidad de metal, para ocupar el mínimo espacio, o tener el menor costo de producción. Estas restricciones de diseño a menudo resultar en un diseño que es rentable, pero que no hace el trabajo más eficiente de la ventilación de los gases desde el motor.

Durante el diseño de la cabecera, los ingenieros crean un colector sin tener en cuenta el peso o coste, sino para un flujo óptimo de los gases de escape. Este diseño resulta en una cabecera que es más eficiente en el barrido de escape de los cilindros.

En el sentido más estricto técnicamente hablando, un sistema de escape no puede producir más energía por sí mismo. El poder potencial de un motor es determinado por la cantidad apropiada de combustible y el oxígeno disponible para la combustión. Sin embargo, la eficiencia de la combustión y el motor de bombeo procesos es influenciada por el sistema de escape. Un sistema de escape diseñado adecuadamente puede reducir las pérdidas de bombeo del motor. Por lo tanto, el objetivo de diseño para un tubo de escape de alto rendimiento es (o debería ser) de reducir las pérdidas de bombeo del motor, y de este modo, aumentar la eficiencia volumétrica. El resultado neto de la reducción de las pérdidas de bombeo es más potencia disponible.

Ningún sistema de escape es ideal para todas las aplicaciones. En regímenes diferentes, diferentes tamaños de escape son más deseables que otros. Por ejemplo, a bajas RPM sería conveniente un tubo de diámetro pequeño para dar un poco de contrapresión y aumentar el par a bajas revoluciones, mientras que a altas RPM requeriría un diámetro de la tubería mayor para poder dejar salir los gases de escape de forma rápida y sencilla, pero teniendo muy poca cantidad de contrapresión. Pero la relación RPM/tamaño de escape no es directa ya que no es sólo importante el tamaño, sino que varía con la presión del colector también. Ambos trabajan juntos para producir una presión de escape.

Dependiendo de su diseño y propósito, todos los sistemas de escape tienen algo más de compromiso. Antes de la fabricación de un escape o modificar reservas existentes para aumentar el rendimiento, es crítico determinar qué tipo de rendimiento que desea.

Si no se piensa cuidadosamente acerca de estas variables, un sistema de escape puede producir resultados muy decepcionantes. Por otra parte, un sistema de escape adecuadamente diseñado y ajustado y bien acoplados al motor puede proporcionar ganancias de potencia considerables. Un error muy común cometido por algunas personas, es la elección de un sistema de escape con tubos demasiado grandes en diámetro para el necesitado por su motor. Lo más grande no es necesariamente mejor, y es a menudo peor.

Un motor es un sistema, y el sistema ha sido sintonizado en una fábrica. Por lo tanto en el momento en que se quiera reemplazar un componente estamos cambiando el sistema. Así que tenemos que hacer algo inteligente para que el sistema nuevo esté en forma y no por el equilibrio.

Uno de los mayores problemas con los sistemas de escape es la relación entre el volumen de flujo de gas y la velocidad de flujo de gas (que también se aplica a la pista de admisión). Un motor necesita la velocidad de flujo más alta posible para una respuesta rápida del acelerador y par en toda la gama porción baja a mediados de la banda de potencia. El mismo motor también tiene el mayor volumen posible flujo a lo largo de la porción de rango medio-alto de la gama de potencia para un rendimiento máximo. Aquí es donde surge un conflicto fundamental. Por "X" cantidad de presión de escape en una válvula de escape, un tubo de diámetro más pequeño de escape proporcionará una mayor velocidad de flujo de una tubería de mayor diámetro. Desafortunadamente, las leyes de la física no permitirán que el tubo de diámetro pequeño fluya un volumen suficiente para sacar la máxima potencia posible a altas rpm. Si se instala una tubería de mayor diámetro, que tendrá volumen suficiente flujo de potencia máxima a media-alta RPM, pero la velocidad de flujo disminuye y bajo-a-mediados la respuesta del acelerador y el par sufrirán. Esta es la paradoja principal de la dinámica de flujo de escape y la solución es por lo general un compromiso de diseño que produce una cantidad aceptable de respuesta de aceleración, par y potencia a través de la banda de potencia.

Como cuestión de hecho, el llamado "contrapresión" no es realmente la presión per se, pero lo que se conoce como el "efecto de barrido" ya es una mezcla de

presión y la onda de sonido. Haría falta un físico para explicarlo todo, pero voy a tratar con lo básico, aquí.

Por lo tanto, en un sistema de escape excelente, cada nube de escape absorbe a la nube de escape próximo junto con él. El efecto es conocido como barrido. Longitud, área de la sección transversal, y la configuración de los puertos de escape influye en el grado de compactación, y el rango de velocidad del motor durante el cual se produce barrido. Si el tubo es demasiado grande, los puntos de baja presión son menos pronunciados. El objetivo de la mayoría de las modificaciones del motor es maximizar el flujo de aire y combustible que entra, y a su vez maximizar el flujo de escape fuera del motor.

La entrada de una mezcla de aire / combustible es un tema aparte, pero está directamente influenciado por el flujo de gases de escape, en especial durante cruce de válvulas (cuando las dos válvulas de admisión y escape, están abiertos a la "X" grados de rotación del cigüeñal). A altas revoluciones esto crea puntos muertos. Por lo tanto, el menos restrictivo de la salida (el tubo más grande), la menor presión de nuevo, tiene mejor final superior y su potencia de gama baja puede dejar. El bucle mal en la tubería en la RPM mal y sufrir la pérdida de potencia. Probablemente hubiera sido más sencillo decir, necesita un poco de presión hacia atrás, o el motor no funciona, y se puede variar la presión de retorno para un rendimiento diferente. Gran cuidado debe ser utilizado cuando se selecciona la longitud y el diámetro de los tubos primarios. Tubos que son demasiado grandes hará que el gas de escape para ampliar y reducir la velocidad, reduciendo el efecto de barrido. Tubos que son demasiado pequeñas se crear contrapresión alta contra la que el motor debe trabajar para expulsar el gas de escape de la cámara, reduciendo la energía y dejando escape en la cámara para diluir la carga de admisión entrante. Dado que los motores producen más gases de escape a altas velocidades, se ajusta a una gama de revoluciones particular de acuerdo con la aplicación prevista. Por lo general, todos los tubos primarios ofrecen las mejores ganancias en la potencia y el par a velocidades del motor más altas, mientras que los tubos estrechos ofrecen las mejores ganancias en la potencia y par motor a bajas velocidades.

Este pulso se crea en todos los sistemas de escape cada vez que se produce un cambio en la densidad, por ejemplo cuando se fusiona el escape en el colector. Al sintonizar la longitud de los tubos primarios, generalmente por medio de la sintonización de resonancia, el pulso de rarefacción puede ser programado para que coincida con la superposición exacta de la válvula. Por lo general, largos tubos primarios resuenan a un régimen del motor inferior que tubos primarios cortos.

La magnitud del efecto de barrido de escape es una función directa de la velocidad de los componentes de alta y media presión en el pulso de escape.

Una técnica es sintonizar la longitud de los tubos primarios. Esta técnica, que se utiliza en la Fórmula 1. Mucha controversia (y aparente confusión) rodea el tema de escape. Muchos desempeñan en mente las personas que de otra manera son conocedores todavía que se aferran tenazmente a la idea de la vieja escuela... "Se necesita más presión de retorno para un mejor rendimiento."

Para casi todos los fines de alto rendimiento, la alta presión de retroceso en un sistema de escape, aumenta y disminuye las pérdidas de potencia disponibles del motor. Es cierto que algunos motores están mecánicamente sintonizado a una cierta cantidad de contrapresión y puede mostrar una pérdida de par a bajas revoluciones cuando la contrapresión que se reduce.

En un sistema de escape que está diseñado adecuadamente para su aplicación, los tubos de igual longitud son en general más eficientes. Las longitudes de la sección primaria como los secundarios tienen una gran influencia en la ubicación del pico de par dentro de la banda de potencia. Tubos más largos tienden a aumentar la potencia por debajo del máximo torque del motor y las tuberías más cortas tienden a aumentar la potencia por encima del pico de par. Tuberías de gran diámetro tienden a limitar la gama baja de energía y aumentar la potencia de gama alta. Tuberías de pequeño diámetro tienden a aumentar el rango bajo de potencia y hasta cierto límite el alto rango de potencia. Las cámaras en el colector llamadas "Balance" o "ecualizador" son cámaras entre los tubos de escape que tienden a aplanar el pico de par y ampliar la gama de potencia.

La onda inercial y la onda de barrido son fenómenos diferentes, pero a la vez la eficiencia del escape en el impacto al sistema son afectados mutuamente. Estos dos efectos de barrido están directamente influenciados por el diámetro de la tubería, la longitud, la forma y las propiedades térmicas del material de la tubería (acero inoxidable, templado, revestimientos térmicos, cerámica, etc.)

Cuando la válvula de escape se abre, hay dos cosas que suceden inmediatamente. Una onda de energía, o pulso, que se crea a partir de los gases de combustión con una rápida expansión. Esta onda entra en el tubo de escape hacia el exterior viajando a una velocidad nominal de 1.400 - 2.000 km/h (esta velocidad varía dependiendo del diseño del motor, modificaciones, etc, y por lo tanto se indica como un "nominal"). Esta onda es energía pura, similar a una onda de choque de una explosión.

Simultáneamente con la energía de las ondas, los gases de combustión quemados también entran en el tubo de escape y viajan hacia fuera más lentamente a 150 - 300 km/h nominal. Dado que la energía de las ondas se mueve alrededor de 5 veces más rápido que los gases de escape, se opondrá hacia dónde van más rápido que los gases. Cuando la onda de la energía de salida, se encuentra con una zona de presión inferior, tal como una sección de diámetro más grande que la de la tubería, el silenciador o la atmósfera ambiente, una onda de reversión (un invertido o refleja la onda) se refleja de vuelta hacia la válvula de escape, sin pérdida significativa de la velocidad. Lo que sucede cuando la onda de reversión llega a la válvula de escape depende de si la válvula está todavía abierta o cerrada.

Este es un momento crítico en el ciclo de escape debido a que la onda de reversión puede ser beneficiosa o perjudicial para el flujo de escape, dependiendo de su hora de llegada a la válvula de escape. Si la válvula de escape se cierra cuando la onda llega, la onda se refleja de nuevo hacia la salida de escape y, finalmente, su energía se disipa en este movimiento de vaivén. Si la válvula de escape está abierta cuando la ola llega, su efecto sobre el flujo de gas de escape depende en parte de la

onda que está golpeando la válvula de escape abierta. Un tubo de escape de la longitud adecuada (para un rango de revoluciones específico) situará la onda en la válvula de escape en el momento adecuado para que la presión más baja ayude a llenar la cámara de combustión con carga fresca y para ayudar a extraer los gases gastados de la cámara. Esta es la onda de barrido.

Hay otros factores que complican aún más el comportamiento de los gases de escape. Armónicos de la onda, la onda de amplificación y efectos de onda también juegan en el sistema de escape. La interacción de todas estas variables es tan abstracta y compleja que es difícil de comprender en su totalidad.

No existe ninguna fórmula absoluta que sea capaz de producir el diseño de escape perfecto. Incluso los súper-computadores que diseñan sistemas de escape deben someterse a un banco, pista, calle y una serie de pruebas para determinar la configuración necesaria para los resultados deseados. Por último, pero no menos importante, las decisiones correctas y combinaciones de carburador, filtro de aire, árbol de levas, ignición y escape deben ser utilizadas en la relación adecuada entre sí para la aplicación de la conducción deseada para que siempre produzca los resultados de mejor calidad. Lo más importante de todo, es hacer una investigación antes de comprar la combinación de productos y equipos que mejor se adapte a su estilo personal de conducción.

La inversa de sobrealimentación mejor trabajo en un motor de cierta RPM-s que está determinada por la longitud y el tamaño del tubo de escape. Cuanto más corto sea el tubo, el número de revoluciones inferior las obras de ida y sobrealimentación. Por supuesto, para todos los tubos de escape fijos, la elige de RPM de trabajo es siempre un compromiso.

### 7.3 SILENCIADOR

El trabajo del silenciador es reducir el sonido del motor a un nivel razonable exigido por el reglamento técnico de la moto. Los silenciadores suelen estar fabricados en chapa de acero, chapa de acero aluminizado, acero inoxidable, titanio, carbono o de algún material similar. El interior está dividido en un número diferente de pequeñas cámaras conectadas entre sí por pequeños agujeros o huecos. Su misión es mejorar aún más el silenciamiento.



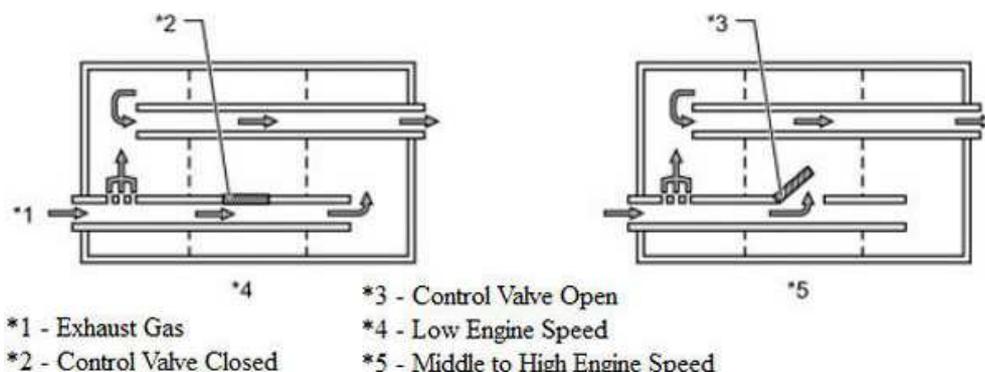
La tecnología actual permite ajustar la frecuencia de salida del sonido al nivel deseado para adaptarse mejor al tipo de motor. El sistema puede ser acústicamente diseñado para eliminar las frecuencias específicas que crean ruido. Gracias a la tecnología basada en ondas de sonido se contempla, se refleja y se elimina sin impedir el flujo de aire o sacrificar caballos de fuerza, sin embargo, dejará de ofrecer el sonido al adaptarse a su vehículo.

## 7.4 SALIDA DEL ESCAPE

El tramo final del escape es la parte donde el aire sale al exterior, por lo general es la única parte visible del sistema de escape, a menudo termina con un corte recto o en ángulo, pero puede incluir una punta de lujo. La punta es a veces de acero cromado. Se hace a menudo de un tubo más grande que el resto del sistema de escape. Esto produce una reducción final de la presión, y aunque veces se usa para mejorar la apariencia del vehículo, tiene cierta funcionalidad, porque es capaz de dirigir los humos. También sirve para determinar el ángulo de salida de los gases por una parte que no comprometa el comportamiento del vehículo.

## 7.5 ESCAPE ACTIVO

El sistema de escape activo actúa en la variable de contrapresión de escape y por lo general es una válvula de apertura variable que se coloca como parte del sistema de escape de un vehículo. La apertura de la válvula de mariposa o de bola es infinitamente variable en un rango de 90 grados y está diseñado para controlar el ruido de escape y de contrapresión.



La válvula se utiliza normalmente para reducir el ruido cuando un escape del mercado de accesorios de gran calibre se monta. La variable contrapresión del escape, por lo general proporciona dos diferentes longitudes de tubos de escape. La conmutación entre ellos es a través de la apertura y cierre de válvulas. Puede satisfacer tanto los requisitos de alta velocidad y baja velocidad de salida a distintas r.p.m. Además, ayuda a cumplir las regulaciones de la UE de ruido, que establecen los límites máximos de acuerdo a la velocidad.

Pero en el reglamento de nuestra competición está completamente prohibido su uso, por lo que prescindiremos de este elemento.

## 8. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Con una eficiencia térmica baja, el enfriamiento de cualquier motor de combustión interna es vital para su correcto funcionamiento. Básicamente, un sistema de refrigeración de competición es el mismo que en cualquier coche de carretera comercial, el agua o aceite se bombea a través de un radiador para enfriar el motor antes de completar otro ciclo.

Sin embargo, debido a las restricciones de espacio y los requisitos aerodinámicos de una moto de carreras, el posicionamiento de estos componentes es completamente diferente.

La parte del sistema de enfriamiento por líquido de los motores de combustión interna encargada de disipar el calor al medio se conoce como radiador. Este radiador es un intercambiador de calor de tubos y aletas, donde el refrigerante caliente procedente del motor entrega el calor a la corriente de aire generada por el movimiento del vehículo o forzada por la hélice del ventilador.

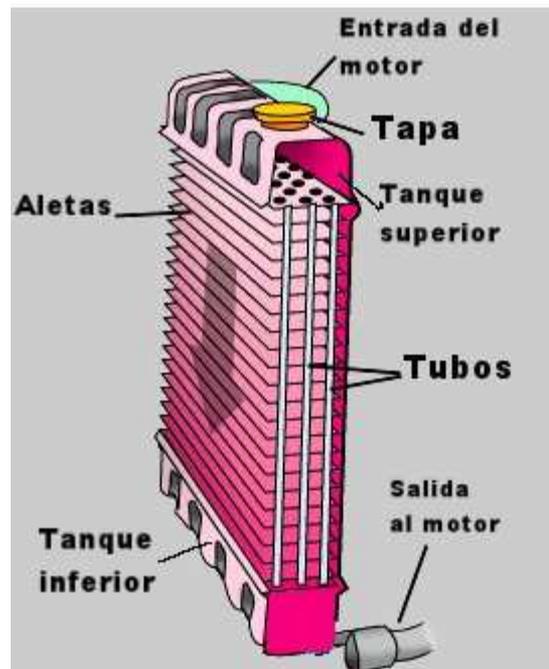
La figura de la derecha muestra un esquema de un radiador típico. Está constituido por un grupo de tubos de cobre paralelos, separados, dotados de aletas, y colocados conectando dos tanques y por cuyo interior circula el refrigerante. Las aletas aumentan notablemente la superficie de disipación de calor de los tubos.

Por entre las aletas se fuerza una corriente de aire que las enfría y con ello también enfría el refrigerante circulante en los tubos.

El refrigerante proveniente del motor entra al radiador por el tanque superior y regresa a este desde el tanque inferior ya frío. Una tapa especial sirve para mantener el sistema cerrado y presurizado para evitar que el refrigerante hierba cuando el motor se calienta por trabajo intenso a temperaturas superiores a los 100 grados Celsius, y además para permitir que el líquido pueda pasar al tanque de reserva cuando se dilate al calentarse, y regrese al radiador cuando se enfríe en las paradas.

El área frontal del radiador dependerá de la cantidad de calor que será necesaria disipar y esta a su vez, de la potencia del motor, por lo que en un vehículo, el radiador está especialmente diseñado para esto y sus dimensiones y características no deben cambiarse.

Sistema de refrigeración debe mantener el motor a una temperatura constante si contar con que la temperatura del aire exterior sea de 40 grados o 10 grados bajo



cero. Si la temperatura del motor es demasiado baja, la economía de combustible y las emisiones de sufrir aumentará. Si la temperatura se deja calentarse demasiado durante demasiado tiempo, el motor se gripará.

En realidad, hay dos tipos de sistemas de refrigeración que se encuentran en vehículos de motor: Refrigerado por agua y refrigerado por aire.

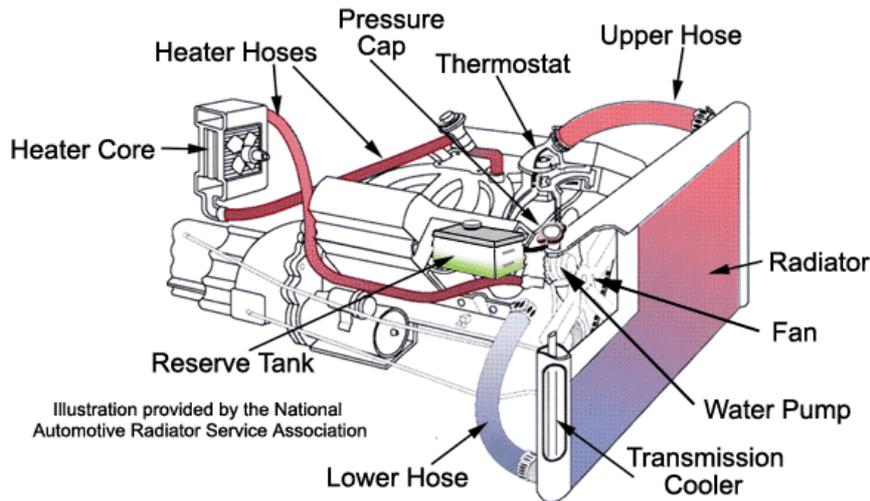
En los motores refrigerados por aire se encuentran los más antiguos. Y aunque algunas motocicletas modernas todavía utilizan refrigeración por aire, la mayor parte, utilizan sistemas líquidos refrigerados.

El sistema de refrigeración se compone de los conductos dentro del bloque del motor, una bomba de agua para hacer circular el líquido de refrigeración, un termostato para controlar la temperatura del refrigerante, un radiador para enfriar el refrigerante, una tapa del radiador para controlar la presión en la sistema, y algunas tuberías que consiste en la interconexión de las mangueras para transferir el líquido refrigerante desde el motor al radiador.

Un sistema de refrigeración funciona enviando un refrigerante líquido a través de los conductos en el bloque del motor. A medida que el refrigerante fluye a través de estos conductos, recoge el calor del motor. El líquido calentado entonces se abre paso a través de una manguera de goma o silicona hacia el radiador. A medida que fluye a través de los tubos delgados en el radiador, el líquido caliente es enfriado por el flujo de aire que entra. Una vez que el fluido se enfría, se devuelve al motor para absorber más calor. La bomba de agua tiene la función de mantener el fluido que se mueve a través del sistema de tuberías y conductos ocultos.

Un termostato está colocado entre el motor y el radiador para asegurarse de que el refrigerante se mantiene por encima de una temperatura prefijada anteriormente. Si la temperatura del refrigerante cae por debajo de esta temperatura, el termostato bloquea el flujo de refrigerante al radiador, forzando al fluido a través de un lugar de derivación directamente de vuelta al motor. El refrigerante seguirá circulando de esta manera hasta que alcance la temperatura de diseño, en cuyo punto, en el termostato se abre una válvula y permite que la parte posterior del refrigerante pase a través del radiador.

Con el fin de evitar que el refrigerante llegue al punto de ebullición, el sistema de refrigeración está diseñado para ser presurizado. Bajo presión, el punto de ebullición del refrigerante se eleva considerablemente. Sin embargo, demasiada presión hará que las mangueras y otras piezas sufran y corran el riesgo de romperse, por lo que es necesario un sistema para aliviar la presión cuando exceda de un cierto punto. La tarea de mantener la presión en el sistema de refrigeración pertenece a la tapa del radiador. La tapa está diseñada para liberar la presión si se alcanza el límite superior especificado que el sistema fue diseñado para manejar. Desde entonces, se añadió un sistema para capturar cualquier líquido liberado y lo almacena temporalmente en un tanque de reserva. Este fluido entonces volvería al sistema de refrigeración después de que el motor frío. Esto es lo que se llama un sistema de refrigeración cerrado.



## CIRCULACIÓN

El refrigerante sigue una trayectoria que lo toma de la bomba de agua, a través de pasajes en el interior del bloque del motor donde se acumula el calor producido por los cilindros. A continuación, fluye hacia arriba a la cabeza del cilindro donde se recoge más calor de las cámaras de combustión. Entonces fluye hacia fuera más allá del termostato (si el termostato se abre para permitir que el fluido pase), a través de la manguera superior del radiador y en el radiador. El refrigerante fluye a través de los tubos delgados aplanados que forman el núcleo del radiador y es enfriado por el flujo de aire a través del radiador. Desde allí, fluye fuera del radiador, a través de la manguera inferior del radiador y de regreso a la bomba de agua. En este momento, el refrigerante se enfría y está listo para recoger más calor del motor.

La capacidad del sistema debe ser diseñado para el tipo y el tamaño del motor y la carga de trabajo que se espera que experimente.

## ANTICONGELANTE

El líquido refrigerante que fluye por el motor y la fontanería asociada debe ser capaz de soportar temperaturas muy por debajo de cero sin congelación. También debe ser capaz de manejar las temperaturas del motor en exceso de 250 grados sin hervir. Una tarea difícil para cualquier fluido, pero eso no es todo. El líquido también debe contener inhibidores de óxido y un lubricante.

El refrigerante en los vehículos de hoy en día es una mezcla de glicol de etileno (anticongelante) y agua. La proporción recomendada es de cincuenta y cincuenta. En otras palabras, una parte anticongelante y una parte de agua. Este es el mínimo recomendado para uso en motores de automóviles. Menos anticongelante y el punto de ebullición sería demasiado bajo. En ciertos climas donde las temperaturas pueden ir muy por debajo de cero, se permite tener tanto como 75% de anticongelante y agua 25%, pero no más que eso. Anticongelante puro no funcionará correctamente y puede causar un hervor encima.

- Los componentes de un sistema de refrigeración son los siguientes:
  - El radiador
  - Los ventiladores del radiador
  - Vaso expansor
  - Bomba de agua
  - Termostato
  - Bypass
  - Mangueras

## 8.1 EL RADIADOR

El núcleo del radiador se hace generalmente de tubos de aluminio planas con tiras de aluminio que en zigzag entre los tubos. Estas aletas de transferencia de calor en los tubos en la corriente de aire que se llevarán lejos del vehículo. En cada extremo del núcleo del radiador es un depósito, generalmente de plástico que cubre los extremos del radiador.

En la mayoría de los radiadores modernos, los tubos deben correr horizontalmente con el tanque de plástico a ambos lados. En otros coches, las tubos corren en posición vertical con el tanque en la parte superior e inferior. El nuevo sistema de aluminio-plástico es mucho más eficiente, por no mencionar más barato de producir. En radiadores con tapas de plástico, hay juntas entre el alma de aluminio y los depósitos de plástico para sellar el sistema y hacer que el fluido no se escape.



Los tanques, ya sean de plástico o de latón, cada uno tiene una conexión de manguera grande, una montada hacia la parte superior del radiador para permitir que el refrigerante salga y la otra montada en la parte inferior del radiador en el otro tanque para permitir que el líquido refrigerante retorne. En la parte superior del radiador debe existir una abertura adicional para la tapa del radiador o para adjuntar el vaso expansor.

## 8.2 VENTILADORES DEL RADIADOR

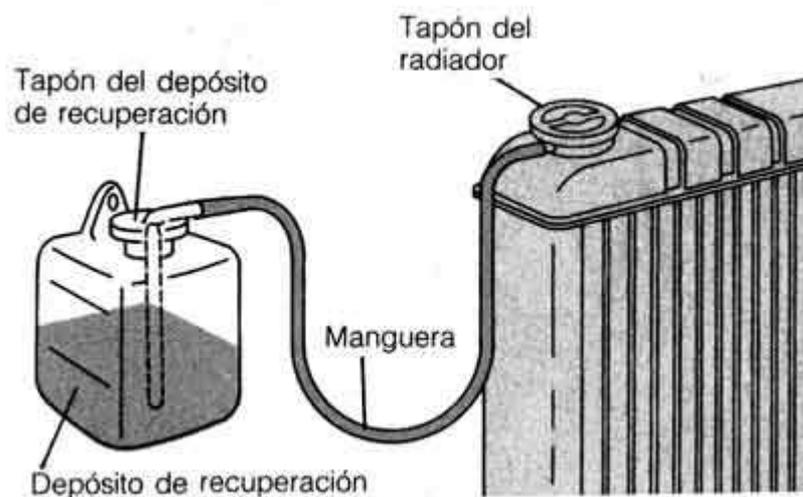
Este elemento se suele montar en los coches de uso comercial, sirve para forzar el aire y que éste pase entre las láminas del radiador aunque el vehículo se encuentre parado. En el caso de vehículos de competición no suele ir montado debido al exceso de peso que produce.

Los ventiladores eléctricos son controlados por el ordenador del vehículo. Un sensor de temperatura monitoriza la temperatura del motor y envía esta información

al ordenador. El ordenador determina si el ventilador debe estar encendido y acciona el relé del ventilador si el flujo de aire a través del radiador adicional es necesario.

### 8.3 TAPÓN DE PRESIÓN Y VASO EXPANSOR

Como líquido refrigerante se calienta, se expande. Dado que el sistema de refrigeración está sellado, esta expansión produce un aumento de presión en el sistema de refrigeración, lo cual es normal y parte del diseño. Cuando el refrigerante está bajo presión, la temperatura a la que el líquido comienza a hervir es considerablemente mayor. Esta presión, junto con el punto de ebullición más alto de etilenglicol, permite que el refrigerante llegue con seguridad a temperaturas de más de 250 grados.



Cuando la presión del sistema de refrigeración alcanza el punto en el que la tapa tiene que liberar este exceso de presión, una pequeña cantidad de refrigerante se purga. Si se hace la presión de liberación en estas condiciones, existe un sistema en el lugar para capturar el refrigerante liberado y almacenarlo en un depósito de plástico que normalmente no es presurizado. La tapa del radiador en estos sistemas cerrados tiene una válvula secundaria para permitir que el vacío en el sistema de enfriamiento para extraer el refrigerante de nuevo en el radiador desde el depósito de reserva (como tirando del émbolo de una aguja hipodérmica). Con el motor a temperatura normal de funcionamiento, el líquido refrigerante en el depósito de reserva debe ser translúcido hasta la línea de nivel. Después de que el motor ha estado en reposo durante varias horas y es frío al tacto, el refrigerante debe estar en el nivel.

### 8.4 BOMBA DE AGUA

Una bomba de agua es un dispositivo simple que hace circular al refrigerante mientras el motor está en marcha. Por lo general se monta en la parte delantera del motor y gira siempre que el motor está en funcionamiento. La bomba de agua es impulsado por el motor a través de uno de los siguientes sistemas:

-Una correa del ventilador.

- Una correa de serpentina.
- La correa de distribución que también es responsable de conducir los árboles de levas.

La bomba de agua se compone de una carcasa, generalmente de hierro fundido o aluminio fundido y un impulsor montado en un conducto de hilatura con una polea y un eje en el exterior del cuerpo de la bomba. Un sello impide que el líquido se escape fuera de la carcasa de la bomba más allá del eje de giro. El impulsor utiliza la fuerza centrífuga para extraer el refrigerante en la manguera de radiador inferior y enviarlo a presión en el bloque del motor. Hay una junta para sellar la bomba de agua al bloque del motor y evitar que el refrigerante que fluye a la fuga de donde la bomba está unido al bloque.

## 8.5 TERMOSTATO

El termostato es simplemente una válvula que mide la temperatura del refrigerante y, si está lo suficientemente caliente, se abre para permitir el flujo del refrigerante a través del radiador. Si el refrigerante no está suficientemente caliente, el flujo al radiador está bloqueado y el líquido se dirige a un sistema de derivación que permite que el refrigerante pueda volver directamente de vuelta al motor. El sistema de derivación permite que el refrigerante pueda mantener el movimiento a través del motor para equilibrar la temperatura y evitar puntos calientes. Puesto que el flujo al radiador está bloqueado, el motor alcance la temperatura de funcionamiento antes y, en un día frío, permitirá que el calentador para comenzar a suministrar aire caliente al interior más rápidamente.

El corazón de un termostato es una taza de cobre sellada que contiene cera y una pastilla de metal. A medida que el termostato se calienta, la cera caliente se expande, empujando un pistón contra la presión del muelle para abrir la válvula y permitir que el refrigerante circule.



## 8.6 SISTEMA BYPASS

Este es una derivación que evita que el refrigerante entre en el radiador y vuelva directamente al motor. Algunos motores utilizan una manguera de caucho, o un tubo de acero fijo. En otros motores, hay un reparto en el paso incorporado en la bomba de agua o de alojamiento frontal. En cualquier caso, cuando el termostato está cerrado, el refrigerante se dirige a esta derivación y canalizan de vuelta a la bomba de agua, que envía el refrigerante nuevo en el motor sin ser enfriado por el radiador.

## 8.7 MANGUERAS

Hay varias mangueras de caucho que componen la instalación de cañerías para conectar los componentes del sistema de refrigeración. Las mangueras principales se llaman el superior e inferior mangueras del radiador. Estos dos mangueras son de aproximadamente 2 pulgadas de diámetro y refrigerante entra directamente al motor

y al radiador. Una tercera manguera, llamada la manguera de derivación, se utiliza para hacer circular el refrigerante a través del motor, sin pasar por el radiador, cuando el termostato está cerrado. Algunos motores no utilizan una manguera de goma. En su lugar, se podría usar un tubo de metal o tener un paso incorporado en el alojamiento frontal.



Estas mangueras están diseñadas para soportar la presión dentro del sistema de refrigeración. Debido a esto, están sujetos a desgaste y puede requerir eventualmente sustituir como parte del mantenimiento de rutina.

Hay una manguera de goma que se extiende desde el cuello del radiador a la botella de reserva. Esto permite que el refrigerante sea liberado por la tapa de presión y enviado al tanque de reserva. Esta manguera de goma es de aproximadamente un cuarto de pulgada de diámetro y normalmente no es parte del sistema presurizado. Una vez que el motor esté frío, el líquido refrigerante se dibuja de nuevo al radiador por la misma manguera.

## 9. SOLUCIONES ADOPTADAS

---

Después de haber explicado las distintas alternativas de diseños de cada uno de los elementos del sistema de admisión, escape y refrigeración; y de haber adquirido los conocimientos teóricos sobre el funcionamiento de los mismos, se van a determinar la solución adoptada en cuanto a cada uno de estos elementos. Se intentará razonar cada una de las decisiones tomadas, siempre encaminadas a conseguir un funcionamiento de motor óptimo que permita diseñar una motocicleta competitiva.

Únicamente se determinará de forma general la solución que se ha considerado más adecuada de entre todas las existentes. Pero no se describirá de forma exacta cada uno de los elementos que compondrán el sistema de admisión. Esta información aparece desarrollada en el **apartado siguiente 8.**

Antes de comenzar con la descripción es conveniente explicar la primera decisión tomada relativa al sistema de admisión de la motocicleta. Se ha valorado la opción (mencionada en el apartado 1.5) de colocar o no los conductos y sistemas de entrada de aire al carburador, dejando o no entrada libre. Y se ha llegado a la conclusión de que la mejor solución es disponer de un sistema de entrada de aire al

carburador, dentro del cual habrá que determinar qué elementos son adecuados y cuáles no. Esta decisión ha sido tomada en base al objetivo de este proyecto, intentar obtener la máxima potencia del motor. Por ello se ha considerado indispensable la colocación de todos estos elementos, ya que realizando un buen diseño de los mismos, se puede ganar mucho en términos de potencia, mientras que si no se colocan, se evita posibles perjuicios, pero al mismo tiempo nos estaríamos olvidamos de las mejoras, que es lo que se está intentando conseguir.

## 9.1 CONDUCTOS DE ADMISIÓN DE AIRE

A la hora de la elección de la forma de los conductos de entrada de aire desde el exterior hay que tener muy en cuenta la teoría de las ondas explicada anteriormente, ya que su diseño debe realizarse en base a ello.

En general, como ya se ha mencionado en alguna ocasión, el diseño de los conductos deberá ajustarse a un funcionamiento del motor a altas revoluciones, porque lo que se pretende conseguir con el diseño de la motocicleta es la obtención de la máxima potencia, por tratarse de una competición de velocidad. Pero tampoco hay que olvidarse del resto de regímenes de funcionamiento.

Como ya se ha concluido en el apartado teoría de ondas, únicamente se colocará un conducto de entrada, ya que con ello se evitan turbulencias, pérdidas de presión... en la unión de los conductos. Además permite controlar de un modo más preciso los procesos que tienen lugar en el interior del mismo.

Según el estudio de las ondas, el conducto deberán ser de sección lo más uniforme posible, sobre todo en cuanto a la adaptación de las secciones del tubo de admisión a la entrada y salida del airbox, del carburador y del motor. Esto es así porque de lo contrario las reflexiones de las ondas se producirán de un modo más brusco, impidiendo disponer de tiempo suficiente para aprovechar sus efectos.

También debido a este efecto de reflexión de las ondas, la parte del tubo de admisión que comunica con el exterior (atmósfera) deberá poseer forma acampanada (cónico divergente). De este modo se consigue que la onda reflejada, generada a partir de las ondas incidentes procedentes del motor, sea de compresión. Con ello se pretende conseguir que si la onda de compresión llega en el momento adecuado a la lumbrera de admisión, la entrada de la mezcla se produzca con una sobrepresión, que mejore las condiciones de funcionamiento del motor.

Según lo expresado, y atendiendo a las condiciones de funcionamiento consideradas como óptimas para el motor los conductos deberán poseer las siguientes características dimensionales generales.

En cuanto a la longitud del conducto lo más adecuado sería un tubo relativamente corto. Pero ello se encuentra muy influenciado por las dimensiones básicas de la motocicleta y por la distribución de las piezas en su interior, datos que no se encuentra definidos totalmente ya que forma parte del proyecto del resto de los compañeros de equipo que actualmente se encuentra en desarrollo.

El diámetro del conducto deberá ser más o menos grande, al tratarse de altas revoluciones, para evitar el exceso de pérdidas en el tubo. Esta magnitud también depende de la distribución de las piezas en el interior de la motocicleta, y en este caso también del carenado, ya que en él debe disponerse del espacio y el lugar adecuado para situar las entradas de aire desde el exterior.

La curvatura del conducto deberá ser la menor posible, es decir se intentará que el tubo sean lo más rectos posible y en posición horizontal, para no obstruir el paso del aire en su llegada al airbox. Pero de nuevo, esta magnitud se encontrará especialmente condicionada por el resto de parámetros de la motocicleta, en este caso sobre todo por la disposición de las piezas en su interior. Lo cual se encuentra favorecido por la utilización de un solo tubo, ya que de este modo es más fácil que puede colocarse una entrada directa al airbox (en caso de emplearse), no como en el empleo de más conductos en la que conseguir la rectitud sería mucho más complejo, dado que dificultarían la colocación del resto de elementos en el interior de la moto.

En nuestro diseño básico de la motocicleta, se ha dado prioridad al conjunto de admisión, por lo que la entrada se realizará de forma directa, desde el frontal del carenado a través de la tija.

Por eso y para ello mis compañeros han dado forma a la tija de perfil hueco, permitiéndome así disponer de un canal directo para la entrada del conducto hasta el airbox.

(foto perfil de la tija)

## 9.2 SILENCIADOR DE ADMISIÓN

Al tratarse de una moto de competición el silenciador de admisión es un elemento de escasa utilidad. La reducción del ruido producido durante la admisión no es importante en este tipo de motocicletas, las cuales no se encuentra sometidas a una normativa de sonoridad demasiado exigente en la que este elemento pueda ser necesario. Además los efectos beneficiosos que puede conllevar su utilización en cuanto al efecto de resonancia de ondas de presión, pueden ser conseguidas con otros de los elementos del sistema de admisión, si es que se demostrara que verdaderamente son beneficiosas.

Por todo ello se ha tomado la decisión de **no colocar** este elemento como parte del sistema de admisión de la moto, considerando que su colocación empeoraría las prestaciones de nuestro motor.

## 9.3 CAJA DE RESONANCIA O AIRBOX

La función de este elemento se encuentra relacionada con la transmisión de las ondas de presión y, será necesario determinar si verdaderamente su colocación supone una ventaja o desventaja a la hora de obtener la máxima potencia del motor.

Por tanto puede considerarse que la caja de atenuación sirve para que la llegada de la corriente de aire sea óptima a la entrada del carburador.

Dejando a un lado las conclusiones obtenidas en el banco de pruebas, en cuanto al par y potencia del motor, y a los contaminantes, es imprescindible tener en cuenta la influencia de las ondas de presión. Por ello resulta conveniente la realización de ensayos que permitan medir estos efectos, para conseguir un análisis mucho más completo y fiable.

Para que los resultados no sean perjudiciales, y evitar así problemas de turbulencias y malas resonancias en los conductos de empalme, se va a optar por instalar la caja de atenuación a la extremidad del tubo de llegada de aire, e incorporar el carburador dentro de la misma caja de atenuación, sometiendo así a una sobrepresión constante al conjunto completo.

Se puede concluir, que esta caja atenúa los efectos de las ondas de presión que se crean al interior de los tubos de admisión, con efectos más o menos deseables. Este conjunto, permite a su vez mantener una buena renovación de la carga, al estar en un estado más estacionario, que en los conductos de entrada de la admisión.

Por tanto después de analizar todas las conclusiones a las que se llegaron según el estudio precedente, se ha tomado la decisión de colocar la caja de resonancia o airbox integrada con el carburador, debido al escaso hueco disponible, y considerando que este hecho va a ser beneficioso para nuestro motor y nos va a ayudar a obtener una mayor potencia. Pero por supuesto, todo ello será cierto siempre que el diseño de la caja de resonancia sea el adecuado.

## **9.4 CAJA DEL FILTRO**

La caja de filtro se emplea como soporte del filtro de aire, pero tampoco es necesaria su colocación para cumplir esta función, dado que el filtro podría colocarse directamente sobre la entrada del carburador sin necesidad de una caja especial para ello.

## **9.5 FILTRO DE AIRE**

Como ya se ha mencionado, el filtro de aire supone una restricción al paso del aire que entra al carburador, y por tanto una disminución de la potencia que el motor puede proporcionar. Pero su eliminación podría ocasionar consecuencias graves, ya que la entrada de cualquier partícula en el interior del motor provocaría un mal funcionamiento del mismo o incluso su rotura.

Sabemos que la motocicleta que estamos desarrollando es únicamente ideada para correr en circuitos asfaltados y sin excesivas partículas en suspensión en el aire. Por lo que optamos por no instalar un filtro de aire en su llegada al carburador,

lo que sí montaremos por seguridad, será una pequeña lámina o malla de filtro anti mosquitos en la misma boca del carburador.

## 9.6 CARBURADOR

La elección del carburador es una de las decisiones más importantes a tomar, ya que es uno de los componentes que más va a influir en el resultado final.

Una vez valoradas todas las posibilidades se ha decidido no emplear el sistema de carburación electrónica, sino optar por el empleo de un carburador mecánico. Debido al bajo presupuesto de partida, ya que un sistema de carburación electrónica se nos iría de las manos. Tanteando en el mercado hemos llegado a la conclusión de que su precio se aproximaría a los 4000€.

Además la organización ya nos proporciona un carburador, con el que funciona el motor de serie, por lo que haciendo algunas modificaciones en el mismo podríamos acertar con la carburación idónea para nuestro sistema de admisión.

El carburador proporcionado por la organización es un Heikin FCR-MX 39, y sus características técnicas son las siguientes:

### Dimensions

- Air-side O.D. : Depends on Airbell
- Engine-side O.D. : 48mm
- Overall length : 64mm TO WHERE AIRBELL WILL MOUNT
- Bore axis to bottom : 110mm
- Bore axis to top - 92 mm
- Width : 125mm

### Jetting Specifications:

- 160 Main Jet
- 200 Main Air Jet
- OC-EMR Needle
- 3.8 Valve Seat
- 100 Slow Air Jet
- 80 Starter Jet
- 45 Pilot Jet



Dentro de las modificaciones a las que podemos ver sometido nuestro carburador son principalmente cambiar el diámetro de paso de los chicles de alta y de baja y posicionar la aguja en varias posiciones para ver cuál es la que mejor se adapta a nuestras condiciones de funcionamiento del sistema de admisión.

La puesta a punto del sistema en general deberá hacerse en un banco de pruebas una vez esté completado el montaje de la moto, incluso con carenados y depósito.

Los tipos de chiclés y agujas disponibles en el mercado, para sus modificaciones, son casi infinitas, entre ellas podemos destacar las siguientes:

PART NUMBER: N 4 2 7 - 9 0  
SERIES: □ □ □ □  
MARK: □ □ □ □

MARK	TAPER: A	L1	DIAMETER: G1
A	58.23	2.605	
B	58.70	2.615	
C	59.18	2.625	
D	0'40"	59.60	2.635
E	1'00"	60.05	2.645
F	1'15"	60.50	2.655
G	1'30"	60.95	2.665
H	1'45"	61.40	2.675
J	2'00"	61.85	2.685
K	2'15"	62.30	2.695
L	2'30"	62.75	2.705
M	2'45"	63.20	2.715
N	3'00"	63.65	2.725
P	3'15"	64.10	2.735
Q	3'30"	64.55	2.745
R	3'45"	65.00	2.755
S	4'00"	65.45	2.765
T	4'15"	65.90	2.775
U	4'30"	66.35	2.785
V	4'45"	66.80	2.795
W	5'00"	67.25	2.805
X	67.70	2.815	
Y	68.15	2.825	
Z	68.60	2.835	

NOTE: Number 1 clip position is furthest from needle taper. The number after the three digits is clip position.

	TAPER		
	Leaner 1.00 degree	Standard 1.25 degree	Richer 1.50 degree
4 Clip position Leaner	N/A	FTR-1	GTR-5
2 Clip position Leaner	N/A	FTR-3	GTR-5 GKR-1
Standard	ETR-2	FTR-5 FKR-1	GTR-7 GKR-3
2 Clip position Richer	ETR-4	FTR-7 FKR-3	GKR-5 GBR-1
4 Clip position Richer	ETR-6	FKR-5 FKR-1	GKR-7 GBR-3
6 Clip position Richer	EKR-4	FKR-7 FKR-3	GBR-5
8 Clip position Richer	EKR-6	FBR-5 FBR-3	GBR-7
10 Clip position Richer	EBR-4	FBR-7	N/A

Straight diameter:  
M (2.715mm)  
P (2.735mm)  
R (2.755mm)  
T (2.775mm)  
V (2.795mm)

Jet Series	N424-21	N424-22	N424-24	N424-25	N424-26	N424-35
Jet Sizes Available	035 to 90	035 to 090	035 to 090	035 to 098	035 to 090	035 to 120
Application	(Slow Jet)	(Slow Jet)	(Slow Jet)	(Slow Jet)	(Slow Jet)	(Slow Jet)
AFTER MARKET			CRS	FCR		
HONDA	PJ, P9M (Motocross) (ATV)	PJ (Motocross)				
	PE 28-30 (Motocross) (ATV)	PE 34-38 (Motocross) (ATV)				
KAWASAKI	FWK (Motocross)	CVK-V (V-Engine)		CV, CVK (Road Bike)		CDK, CDKII (Jet Ski)
HARLEY				BH (Non CV Type) BD (Streetam Eagle)		
YAMAHA				BD (Snowmobile)		

Jet Series	N424-27	99101-116	N424-14	99101-393	991031-420
Jet Sizes Available	150 to 250	50 to 120	35 to 098	40 to 280	32 to 52
Application	(Main Jet)	(Main Jet)	(Slow Jet)	(Main Jet)	(Slow Jet)
AFTER MARKET			FCR	CRS	VB (Sidedraft)
HONDA		PB (Small ATV)		⌒	
KAWASAKI					
HARLEY	CVH (CV Type)		CVH		
YAMAHA					

Jet Series	N424-36	99101-124	99101-357	99101-393	99101-806
Jet Sizes Available	90 to 200	50 to 150	60 to 230	60 to 200	90 to 250
Application	(Main Jet)	(Slow Air Jet)	(Main Jet)	(Main Jet)	(Main Jet)
AFTER MARKET		FCR	FCR, CRS	FCR, MAIN AIR, JET	
HONDA			PD (Dual Purpose) PE-94-38PE (Motocross) PJP-PV (Motocross) (ATV)	CVVD (Road Bike) (V-Eng) 26-30 V8 V2 (Motocross) (34-38) (Motocross) (30-34) (ATV) VA	
KAWASAKI	CDK, CDKII (Jet Ski)		FWK (Motocross)	CV, CVK (Road Bike)	
HARLEY			BD (Streetam Eagle)		BH (Non CV Type)
YAMAHA			BD (Snowmobile) P9M (Motocross)		

## 9.7 COLECTOR

En un principio se pensó montar el colector de serie, y empalmar a él un tramo para llevar la salida y el silencioso a donde nosotros queríamos. Pero dado el reajuste de los parámetros de admisión y el nuevo diseño del chasis en general, no era viable esta solución. Por lo que buscamos una solución alternativa y que nos pudiera dar todo el rendimiento requerido.

Tras estudiar y definir cotas más ajustadas para el diseño del escape, (apartado 7.2), nos aproximamos a un valor de diámetro de entre 41 / 42 mm, procedimos a la búsqueda de tubos disponibles en el mercado, y nos encontramos con las medidas de 43, 50'8 o 63 mm con una curvadora preparada y lista para radios de doblado de 75, 90 y 120 mm respectivamente para cada diámetro de tubo.

Una vez conocidos de los medios que disponíamos, elegimos el tubo de 43 mm, debido a que se nos ajustaría casi a la perfección con lo previsto, ya que el diámetro de salida de la lumbrera, es de 44 mm. Lo que nos daba la holgura justa para poder montar este tubo.

Sabiendo que a la hora del doblado, el único radio de giro permitido para realizar el diseño sería de 75 mm, medida que nos dejaba curvas poco pronunciadas que realizará un barrido de los gases sin ningún problema.

La idea en un principio fue de realizar la salida del colector entre el chasis y el motor. Es decir, por la parte interior de la moto y sacarlo por la parte trasera y superior del subchasis, debajo del colín. Pero exponíamos a la pierna del piloto a

posibles quemazos y el airbox nos ocupaba todos los huecos interiores de los que disponíamos. Por otra parte el sistema de suspensión trasera, rocker, links y barras cruzadas del basculante nos hacía de esta posición un quebradero de cabeza.

Así que la única solución posible fue de realizar la salida por la tripa de la moto, es decir, desde la lumbrera de escape hacia abajo, manteniendo la distancia de seguridad con la rueda delantera y llevarlo hacia la parte trasera por debajo del motor y de las estriberas. Pero teníamos una restricción, y es que no podía sobresalir mucho lateralmente, debido a que a la hora de hacer tumbar la moto en las curvas, cabía la posibilidad de que rozara el tramo final del silencioso contra el asfalto. Por lo que tuvimos que tener en cuenta esta limitación.

Tras varios ajustes y pequeñas modificaciones en los ángulos del tramo final conseguimos dejarlo colocado y listo para la carrera.

## 9.8 SILENCIADOR

En lo referente al silenciador, hicimos un estudio de benchmarking, para averiguar qué es lo que nos ofrecía el mercado. Mirando mucho y preguntando a las marcas por sus servicios a cambio de publicidad, nos dimos cuenta que en estos tiempos de crisis nos sería difícilísimo encontrar un patrocinador para los escapes. Así que nos servimos de lo que teníamos más cerca.

En el desguace de Moto Irún, nos encontramos con varios tipos de silenciosos que nos podrían valer de segunda mano. Como el espacio disponible en la parte inferior de la moto tampoco era mucho, ideamos hacer una “Y” y montar dos silenciosos de pequeño tamaño, uno paralelo al otro, en la disposición que se puede ver en la siguiente imagen:

Pero poner una terminación en “Y”, nos suponía un cálculo más complicado y preciso del sistema, además, debido a que las longitudes debían ser iguales de los dos terminales para que funcionara correctamente y debido también a las posibles turbulencias que podrían formarse en dicha “Y”. Al final optamos por seguir buscando soluciones alternativas.

Un día mis compañeros se acercaron hasta el Circuito de Navarra para ver que tal iban las negociaciones y entre tanto un tipo italiano llamado Luigino que regentaba un taller en la misma zona, les ofreció un silencioso de competición, sin estrenar, que cumplía todos los requisitos de sonoridad y dimensiones que habíamos exigido. Por lo que de vuelta para el taller nos pusimos manos a la obra con él para tenerlo montado y probado cuanto antes.

Al final la solución fue esta, con el colector fabricado y el silencioso en nuestras manos, diseñé un empalme cónico para poder acoplar los diferentes diámetros, de forma suave y a la longitud indicada, el del colector de 43 mm y el del silencioso de 52 mm. Una vez soldado y acoplado lo montamos en la moto y

fijamos los soportes por debajo del chasis, por medio de una pletina de acero con un agujero rasgado.

## 9.9 SALIDA DEL ESCAPE

El colector que finalmente escogimos, ya tenía un cono de salida predispuesto en su posición original. Como en la posición que quedaba salían los gases casi directamente a la rueda, teníamos dos opciones. Soltar el cono de salida quitando los remaches con los que estaba sujeto o bien girar todo el silencioso entero para desviar la salida de los gases.

Como al girar el silencioso entero conseguíamos que el soporte de fibra de carbono que poseía quedara más oculto y cercano al chasis, procedimos a soldarlo en esta posición, quedando así la boca del silencioso direccionada hacia un lateral.

## 9.10 RADIADOR

Para conocer las dimensiones del radiador hice las proposiciones y los cálculos pertinentes. El resultado arrojó los siguientes datos, la superficie de contacto con el aire debe ser de  $407,8 \text{ cm}^2$  y la anchura del radiador de aproximadamente 22 mm.

Teniendo en cuenta que la superficie que lleva la moto de referencia es de  $577 \text{ cm}^2$ , podemos decir que son valores cercanos y por lo tanto válidos. Cumpliendo así nuestros requisitos. Teniendo en cuenta que la motocicleta de referencia es del tipo enduro, donde los radiadores sufren más debido a la marcha lenta del vehículo y que nuestro prototipo es para ser pilotado en circuitos de velocidad. Podemos afirmar que nos sirve el valor de referencia que hemos tomado antes de realizar la simulación pertinente.

Buscando por un taller de la zona, nos presto un radiador de las medidas que exigimos. Por lo que sin más preámbulos nos decidimos a colocarlo.

Su posición era bastante clara, entre el hueco que nos dejaba la tija por la parte delantera de la moto y el carenado, hasta la salida de la lumbrera de escape del colector. Entró perfecto así que no le dimos más vueltas. Solo intentamos fabricar una especie de silemblock, para poder amarrarlo bien y que no sufriera las vibraciones que podrían provenir del movimiento del motor.

## 9.11 VENTILADORES

Los ventiladores sirven para forzar a que el aire pase por el radiador en situaciones en las que el vehículo está parado, para que éste no se recaliente. En nuestro caso, al tratarse de una moto de competición, cada vez que arranca es para echar a correr por el circuito, y ninguna curva es demasiado lenta como para necesitar una ventilación forzada.

Por lo que prescindimos de este elemento, debido a que su función no nos haría falta a lo largo de la competición, y nos ahorraría peso en la construcción final.

En el caso de pruebas en el banco o paradas en el box se dispondrá de un ventilador convencional exterior que haga circular el aire entre las láminas del radiador.

## **9.12 TAPÓN DE PRESIÓN Y VASO EXPANSOR**

De entre estos dos elementos, para nuestro sistema de montaje solo nos hará falta el vaso expansor, debido a que el radiador del que disponemos no lleva consigo un tapón de presión, ya que en nuestro caso se trata de un montaje de competición, y todo lo que pesa y no realiza una labor primordial en el trabajo funcional del sistema, nos sobra. Por lo que prescindimos de un tapón de expansión aparte. Por lo que el agua destilada la echaremos directamente y la controlaremos mediante el vaso expansor, el cual ya dispone de su propio tapón de presión.

El recipiente que buscamos, debe de cumplir unos requisitos. En primer lugar debe ser hermético, y no solo eso, sino que además de ser estanco debe ser capaz de resistir las temperaturas que cogerá el líquido refrigerante manteniendo dicha estanqueidad.

## **9.13 BOMBA DE AGUA**

La bomba de agua, es un elemento que viene incorporado dentro del motor proporcionado por la organización. Por lo que no es posible su sustitución por otro ni su modificación en ningún aspecto.

Tampoco es un elemento que necesite ser sustituido, y aunque seguramente se podría mejorar no es conveniente debido a que es un elemento que ha sido diseñado conjuntamente con el bloque del motor y no se mejorarían ninguna de las cualidades del mismo. Con tal de conseguir una temperatura que extraiga el suficiente calor cedido por el motor.

## **9.14 TERMOSTATO**

La función del termostato en un automóvil convencional, es imprescindible para el correcto funcionamiento del motor. Debido a que este sufre innumerables paradas y por lo tanto puntuales “recalentamientos” del sistema a lo largo del día. Pero en el caso de un vehículo de velocidad en pista, no es necesario forzar el corte de agua “fresca” y realizar el bypass. Simplemente el circuito está mandando agua constantemente por todo el sistema, siempre que el motor se encuentre arrancado.

De manera que si el día de la carrera es caluroso se dejaría el radiador completamente abierto, mientras que si la temperatura del día está por debajo de los 20 °C se haría obstruir el paso del aire por determinadas zonas del frontal del

radiador para que éste elevara su temperatura y mantener así el motor a la temperatura indicada.

## 9.15 SISTEMA BYPASS

Como ya hemos expuesto en el apartado anterior, en nuestro modelo de motocicleta no es necesario dicho sistema, debido a que nuestro motor está funcionando al régimen máximo casi permanente durante todo el recorrido del circuito. Tenemos que obviar, que siempre será necesario tener un flujo constante de agua circulando a través del motor y del radiador.

## 9.16 MANGUERAS

El entramado de mangueras en nuestro montaje es bastante sencillo. Se necesitan cuatro tramos únicamente. El primero que va del radiador hasta la bomba, podríamos decir que es el tramo “frio” porque es el que ha pasado ya por el radiador. El diámetro interior de este tubo es de 21 mm, por lo que utilizamos manguera reforzada de 25 mm.

El otro lado del montaje, podríamos decir que el lado “caliente”, es donde está la “T” de la cual salen los tres tubos restantes. El que viene del vaso expensor, un segundo que viene del radiador y el último es el que trae de vuelta el retorno del motor, el cuál sale por la parte superior de la culata. Al tener todas las entradas en esta parte del radiador de diámetros diferentes, uno de 19 mm para la salida del motor, otro de ½” pulgada que viene en el vaso expensor y el propio de 21 mm que está en el radiador. Optamos por montarles una especie de casquillo de goma fabricados a partir de mangueras de menor diámetro para posteriormente poder meter la misma manguera comprada de 21 mm de diámetro interior, y así mantener el mismo tipo de manguera para todo el sistema.

Al tener todos los elementos con un diámetro interior de 21 mm, procedimos al montaje mediante abrazaderas de metal, apretadas cuidadosamente para no picar las mangueras con las abrazaderas.

Tras tener todo el montaje completado, procedimos al llenado del sistema con agua destilada. Para ello, fuimos echando agua por medio del tapón del vaso expensor, y cebando la manguera hasta ver que el ya no era capaz de absorber más agua y dejar un nivel marcado en el vaso.



Tras el primer arranque del motor es imprescindible mirar de nuevo este nivel, debido a que la bomba de agua pone en movimiento todo el circuito y termina de llenar todos los huecos internos, que podrían haber quedado con burbujas de aire dentro del bloque motor.

## 10. GEOMETRÍA DE PARTIDA

---

Después de toda la información buscada, los estudios realizados y las conclusiones obtenidas, se va a intentar realizar una descripción, lo más detallada posible, sobre el diseño de partida de la motocicleta. Se tratará de dar todas las medidas posibles y la geometría de cada una de las partes del sistema, de modo que quede completamente definido. Todo estará lo más razonado posible, siempre teniendo presente cuáles son las soluciones más empleadas en las motos de competición de esta cilindrada y las conclusiones a las que se han llegado con todos los estudios precedentes.

## 10.1 ADMISIÓN

Hay que tener en cuenta que las medidas de este primer diseño del sistema de admisión son orientativas. Con todo esto se está intentando proporcionar un diseño de partida al cual someter a los estudios y pruebas pertinentes, para ir realizando las modificaciones necesarias que permitan ajustarlo al funcionamiento del motor. Algún dato de los que se especifican no tiene una justificación sólida, ya que en estas ocasiones no existe fundamento teórico para su elección, y se tratará de decidirlo de la forma más acertada posible. Las especificaciones básicas han sido expuestas en los apartados anteriores, y a continuación lo que se pretende es definir las y concretarlas en un modelo de partida.

La descripción se va a llevar cabo siguiendo el recorrido del aire aspirado, es decir, desde que el aire entra de la atmósfera al conducto de admisión, pasando por el carburador, llegada al motor, y salida por el escape. El sistema de refrigeración se tratará de forma independiente al resto. Por lo que lo consideraremos un sistema aparte.

El aire del exterior se introduce en el sistema de admisión a través del conducto de entrada. La decisión tomada acerca de este elemento ha sido la de colocar únicamente un tubo de admisión, en lugar de dos como muchas motocicletas de competición y de calle incorporan. Esto es así ya que la colocación de dos entradas de aire al airbox supondría la creación de una gran cantidad de turbulencias en la unión de los flujos de ambos conductos. Se debería realizar un estudio muy complejo, en el que intervendrían una gran cantidad de factores, obteniendo resultados no muy fiables.

Además no están muy claros los beneficios que podría conllevar este diseño de doble tubo. Su colocación suele ir condicionada por una mejor distribución del resto de elementos de la motocicleta al situarlos en el espacio existente entre ambos tubos, pero el caudal de aire que se consigue (es lo que interesa principalmente) puede obtenerse con la colocación de un único tubo de mayor sección, que pase por medio de todos.

Debido a que nuestro diseño de forma, de tija abierta, nos permite hacer que este conducto entre prácticamente en posición horizontal y justamente por el medio de la motocicleta.

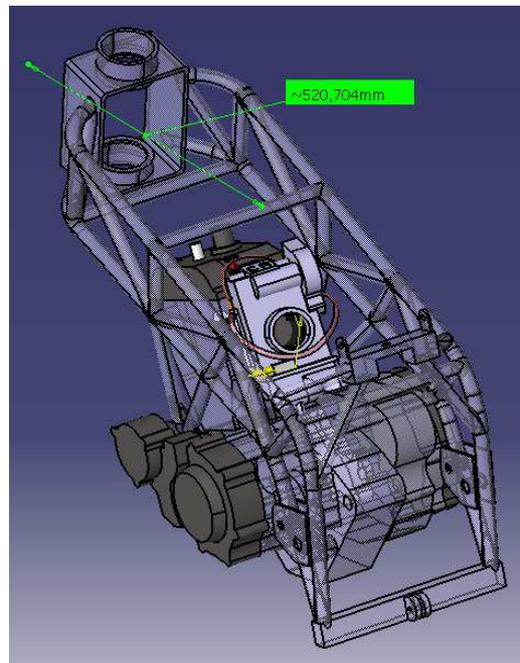
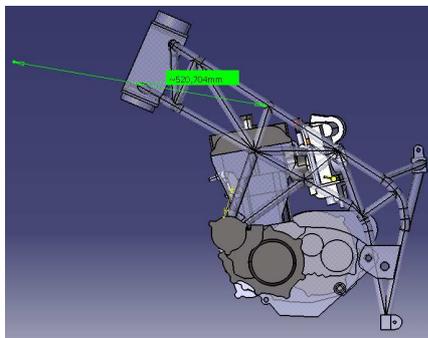
## 10.2 CONDUCTO DE ADMISIÓN

Las dimensiones de este conducto, que se extiende desde la parte delantera de la motocicleta (carenado frontal, entre el cuadro de mandos y la rueda) hasta el airbox (bajo el depósito), deberán de ser tales que, proporcionen al carburador y al motor el caudal de aire necesario para su correcto funcionamiento.

Para estimar la longitud del conducto de admisión hay que tener en cuenta las dimensiones generales de la motocicleta, sobre todo en lo referente al chasis. Todo ello está siendo desarrollado por el resto de integrantes del equipo, por ello no se dispone de un diseño definitivo.

A continuación aparece un croquis del chasis que incorporará la moto. Por supuesto no se trata del diseño final, sino de un primer modelo, del que voy a ayudarme para establecer las dimensiones de partida del sistema de admisión. En el chasis se ha montado un boceto del motor, con dimensiones más o menos aproximadas, para así poder determinar las medidas que interesan.

En la imagen se ha medido la distancia desde el conducto de admisión del motor hasta la parte frontal de la motocicleta, por donde se producirá la entrada del aire, para tener una idea general de las dimensiones en las que nos movemos y del espacio de que disponemos para ubicar dicho sistema.

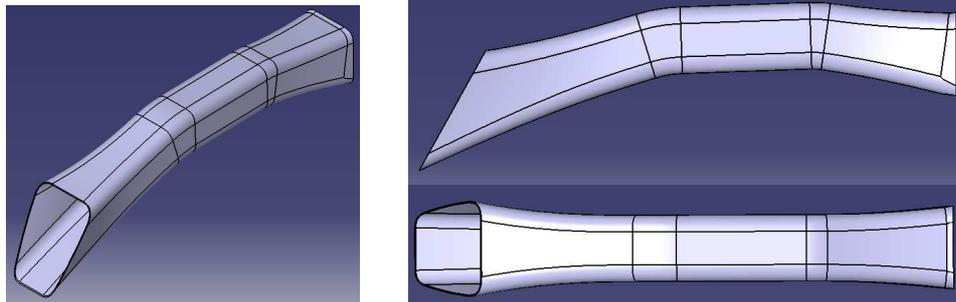


En la imagen puede verse cómo la longitud total del sistema de admisión deberá rondar los 500 mm. Como puede deducirse del croquis, el conducto de admisión se dispondrá lo más horizontalmente posible desde la parte delantera de la motocicleta hasta el motor. Un poco antes de llegar a él, comenzará a aparecer el airbox, que se ubicará en el espacio existente justo encima del motor, sobre el cilindro y acogiendo el carburador en su interior, ya que como puede verse, es la zona donde mayor espacio se posee. Lo cual es idóneo para la colocación de este elemento, ya que requiere de gran volumen.

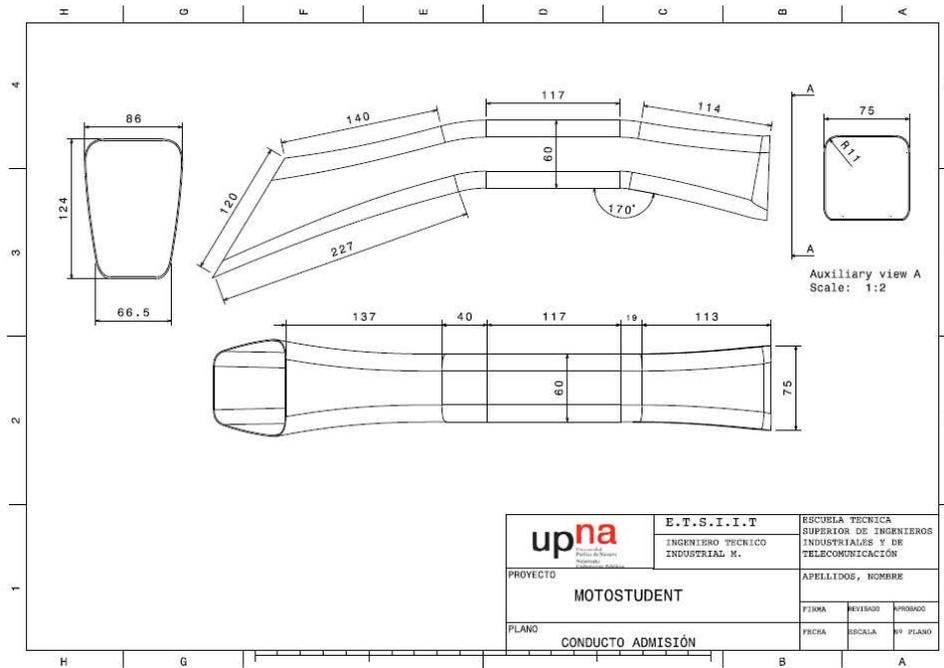
De todo ello se puede concluir que la longitud total del tubo, hasta su llegada al airbox se considerará de unos 300 mm de longitud. Debido a que una distancia más corta nos mejorará el flujo del aire por el interior del conducto.

También es necesario conocer otras de las dimensiones del conducto. Como ya se ha establecido en el documento de Cálculos, el flujo másico de aire que debe circular por el carburador es de:  $m_a = 0,076 \text{ kg/s}$ . Por tanto para conseguirlo es necesario que el conducto de entrada posea un diámetro similar al de la entrada del carburador (63 mm, dimensiones recogidas en el anexo III). Este valor se ha aumentado levemente hasta elegir un diámetro de 65 mm, debido al acampanamiento que debe incorporar este conducto en su extremo más exterior. Ya se explicó en el apartado 9.1 de este mismo documento, las razones del diseño de esta sección (reflexión de las ondas adecuadas). Además con ello se consigue una mayor entrada de aire, el cual aumenta su velocidad con la reducción de la sección hasta un diámetro de 50 mm, a lo largo de un cono convergente de 75 mm de longitud. Con esto se pretende conseguir una disminución progresiva de la sección sin provocar cambios bruscos en las mismas, ya que, como también se ha explicado en la teoría de ondas, los cambios bruscos deben evitarse al provocar la reflexión de las ondas de forma brusca, de modo que resulta más difícil aprovechar sus efectos.

Una vez que se llega a la sección de diámetro 50, la sección del conducto se mantiene constante hasta una longitud aproximada de 100 mm. Pero esa sección constante no se encuentra en contacto directo con la entrada al airbox, sino que a partir de estos 100 mm comienza a aumentar poco a poco para adaptarse a la entrada de la caja de aire. El resultado de dicho estudio del conducto se ve reflejado en las siguientes capturas de pantalla.



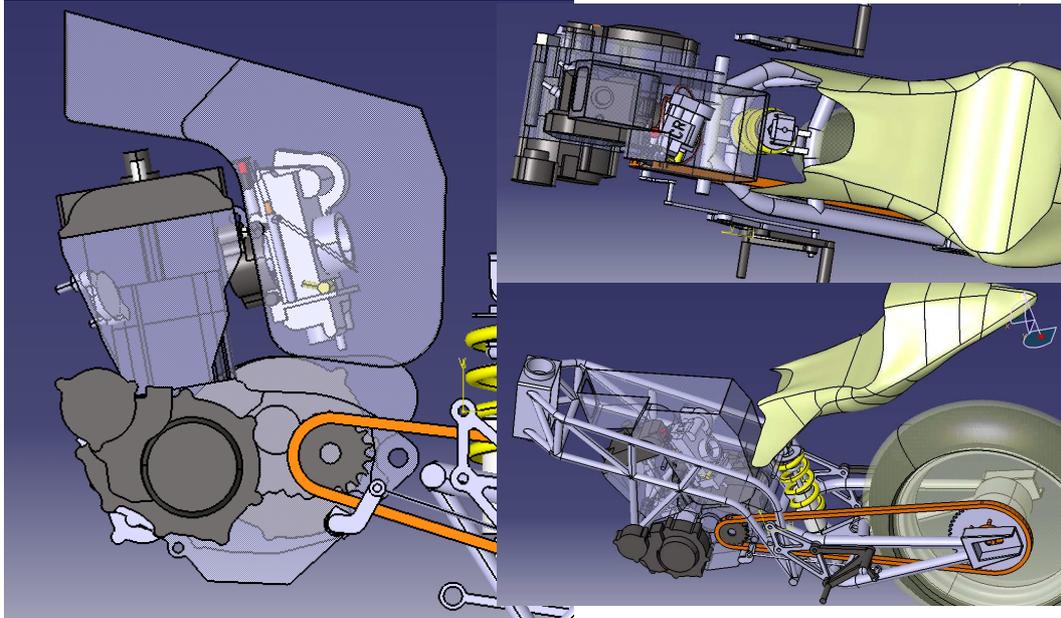
Esto es así, por el mismo motivo de evitar los cambios bruscos de sección. Si no se hiciera de este modo se tendría un tubo de una sección de 50 mm que llega a una cámara de unos 5 l de volumen, lo cual supone un gran cambio de sección. De este modo a partir del tramo de sección constante la sección va aumentando progresivamente a lo largo de 125 mm, hasta alcanzar un diámetro de 80 mm, que comunica directamente con la caja de aire. El croquis con todos estos datos recogidos se encuentra en la siguiente imagen.



A la entrada de la caja, entre ésta y el conducto de admisión, se encuentra situada la rejilla que actúa como una especie de filtro, pero sin dificultar el paso del aire como ocurre con éstos únicamente se coloca para evitar la entrada de algún insecto o partícula de tamaño considerable, cuya aspiración provocaría la rotura del motor.

### 10.3 AIRBOX

El airbox se encuentra situado justamente debajo del depósito. Comunica el conducto de entrada de aire del exterior con el carburador. La única dimensión que puede definirse en este caso es su volumen total. Éste deberá ser de unos 5 l, ya que de este modo se consigue un espacio suficiente para que el aire que llega desde el exterior pueda tranquilizarse, reduciendo las turbulencias con las que llega y disminuyendo su velocidad, ya que se produce un gran aumento de sección. Esta disminución de la velocidad conlleva un gran aumento de la presión, que es el principal interés para la admisión. Esto es así por la aplicación del principio de Bernulli o conservación de la energía, ocurriendo lo mismo que en el caso del carburador pero de forma inversa: en el difusor del carburador se disminuye la sección aumentando la velocidad y disminuyendo la presión, depresión que permite la atomización de la gasolina. En este caso lo que se produce es un aumento de la sección, disminuyendo la velocidad del aire y aumentando considerablemente la presión, que es lo que interesa para conseguir la sobrealimentación del motor.



Esta cámara de aire deberá tener el mayor volumen posible, se ha considerado 5 litros porque en comparación con el aire que entra en el motor, es un valor lo bastante grande como para permitir que se tranquilice y la presión aumente lo suficiente. Pero este volumen se encuentra muy limitado por el espacio existente en el interior de la motocicleta, ya que existen una gran cantidad de elementos y sistemas que requieren de una ubicación determinada (todavía sin definir). Por ello el airbox se adaptará al hueco existente ente el resto de los elementos, siempre intentado conseguir una forma lo más uniforme posible, sin esquinas ni cavidades interiores.

Además, se ha construido de forma abierta por la parte superior, esto se ha ideado con la intención de que el depósito sea el encargado de cerrar herméticamente la parte superior del mismo, lo que nos permitirá tener un rápido acceso a el carburador, con sólo desmontar el depósito colocado justo encima del airbox. Por ello el diseño del depósito estará condicionado por la posición del airbox, y deberá tener la altura adecuada para que el piloto apoye el pecho y se acople perfectamente a la moto en las rectas para intentar disminuir el drag o resistencia al aire.

Como parte de la motocicleta, ya se ha podido ver que la colocación del motor es una de las piezas que más influye en la geometría y colocación del airbox. La disposición del motor en la motocicleta está determinada por los anclajes del motor al chasis. Estos anclajes vienen incluidos en el motor, de modo que es la forma del chasis la que en última instancia determina su posición. Según el diseño mostrado anteriormente, coincidiendo con lo habitual en estos casos, el cárter se encuentra en la parte inferior, con el cilindro en la parte delantera del motor, formando unos 20° con la vertical, de modo que la entrada de la mezcla al motor tiene lugar por la parte posterior formando unos 60° con el cilindro.

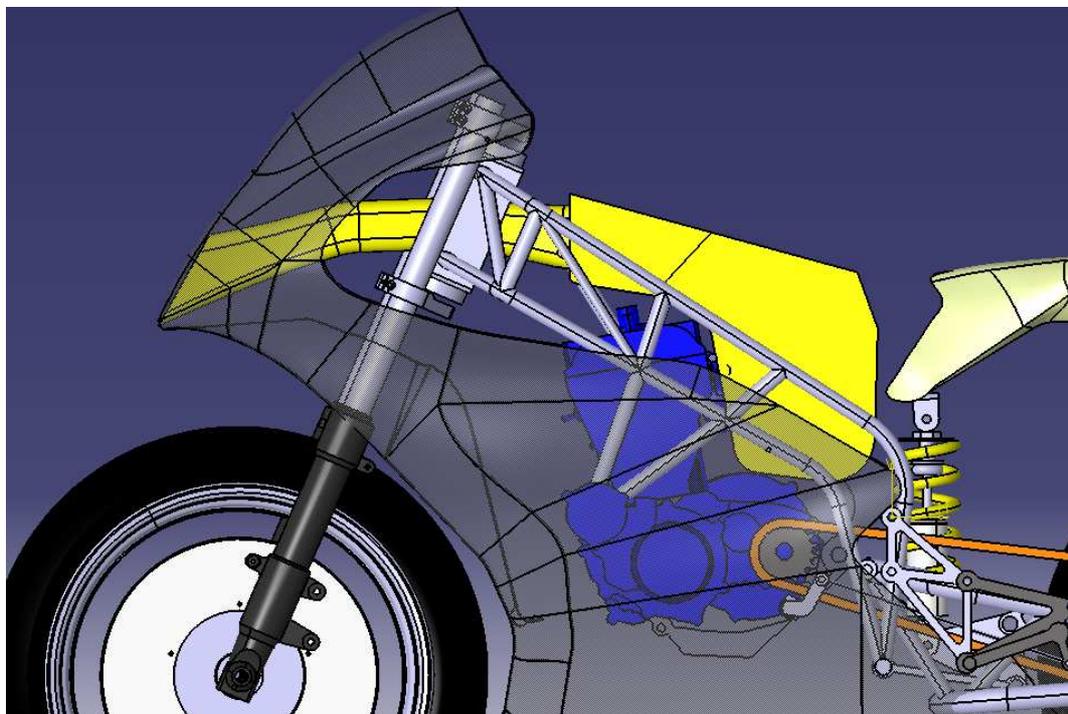
Este hecho es el que condiciona la geometría de la caja. Para conseguir buenos resultados, el airbox deberá ajustarse el máximo posible a la forma de los elementos que lo rodean, como el depósito, debiendo realizar un perfecto ajuste entre la tobera

de la admisión y el carburador que se encuentra en su interior, manteniendo siempre la estanqueidad del mismo. Además es necesario prestar especial atención a la situación del cilindro, ya que deberá adaptarse a su forma y a todos los dispositivos que soporta (por ejemplo la bujía, para poder sacarla sin que sea necesario desmontar el sistema entero), siendo éstos los principales obstáculos para el diseño de la caja de aire.

Según la teoría, el airbox debería disponer de una salida de cambio de sección progresiva, que adaptase la sección de la caja a la entrada del carburador, pero en nuestro caso este elemento no es necesario debido a la integración del carburador dentro de la misma caja.

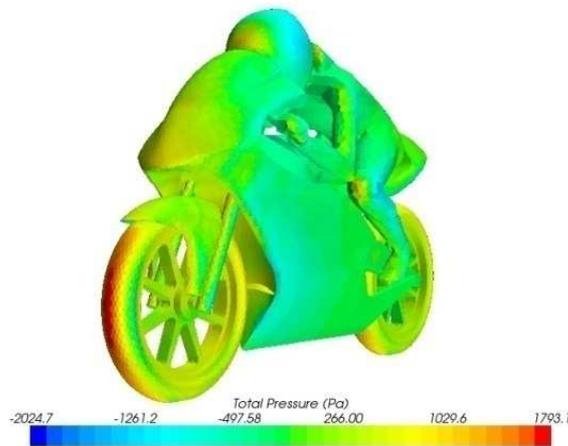
Por todo ello la mejor solución que se puede adoptar es el diseño de un airbox es que contenga al carburador en su interior, de modo que se inicie desde el final del conducto de entrada de aire a la atmósfera, ocupe todo el espacio de que disponga, y englobe el carburador hasta el conducto de admisión al cilindro. Con ello se consigue una caja de aire con un volumen mucho mayor, permitiendo mejorar sus efectos. El inconveniente se encuentra en el brusco cambio de sección que existe entre la caja y el carburador, pero las consecuencias se encuentran minimizadas debido a que la entrada de aire al carburador está favorecida por la depresión que se origina cuando se abren las válvulas de admisión, aspirando el aire directamente del airbox donde se encuentra suavizado y presurizado.

Un croquis de la geometría establecida hasta el momento puede observarse a continuación:



En el dibujo podemos observar en color amarillo todo el sistema de admisión y en azul la parte correspondiente al motor. Si nos fijamos bien, podemos observar como la boca de la admisión se encuentra justamente en la parte frontal del

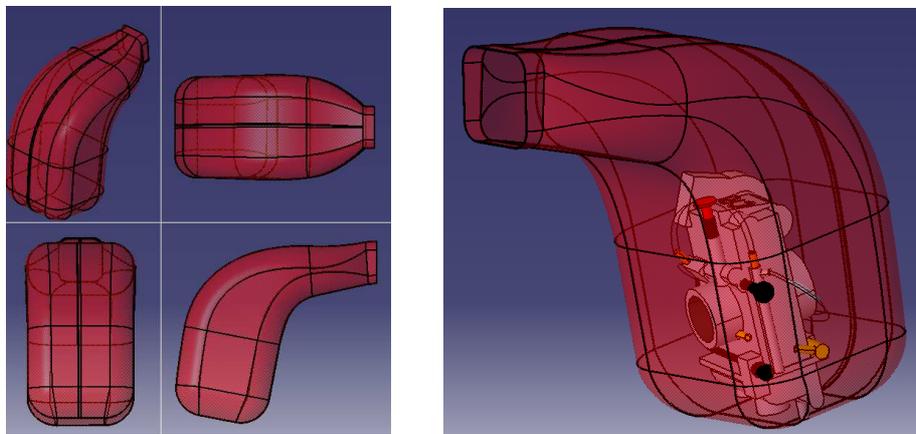
carenado más adelantada, esto es debido a que el centro de presiones del carenado se concentra en esta zona. Esto lo podemos apreciar en la siguiente simulación aerodinámica de Ansys.



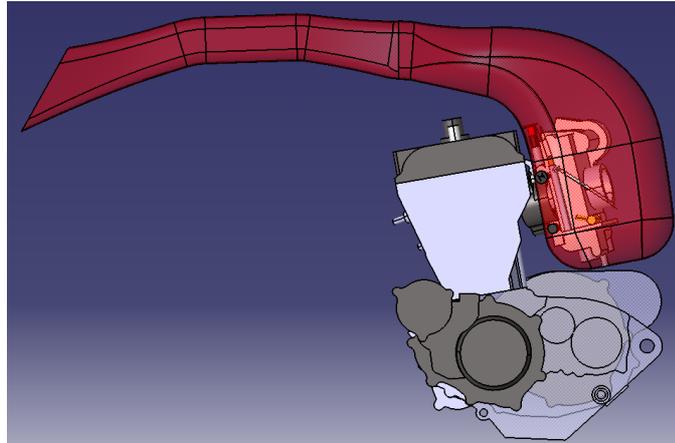
Por otra parte el carburador no podemos verlo en esta imagen porque queda totalmente oculto por la caja del airbox.

Como podemos observar, el diseño del airbox es bastante rudimentario, debido a que posee una abundancia de esquinas y recodos que no es conveniente su utilización, debido a las turbulencias que se puedan producir en el interior del mismo. Además después de que mi compañera de proyecto diseñara el chasis definitivo según las cargas de funcionamiento, estableció que el chasis necesitaría una barra transversal más, debido a que aparecieron esfuerzos en el interior del mismo, los cuales debían ser corregidos.

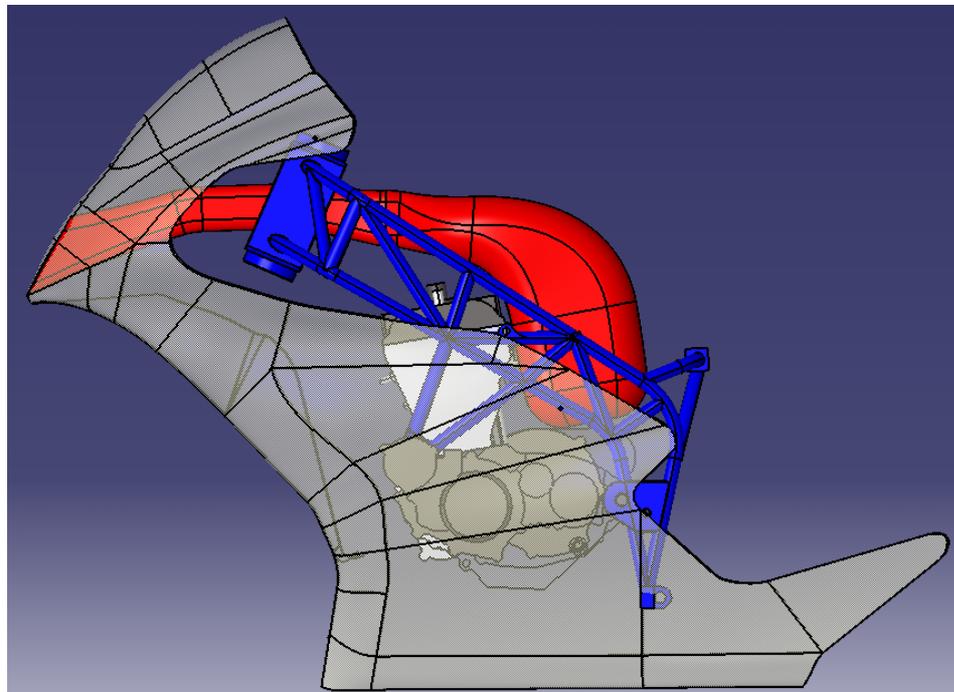
Por este motivo, me vi obligado a realizar de nuevo un diseño del airbox que se acoplara a este nuevo diseño de chasis, y de paso solventar el problema de los recodos y esquinas que mantenía el diseño anterior. Para ello se optó por redondear la caja y crear un nuevo diseño que no interfiriera con ninguna barra del chasis. Después de comprobar que el diseño fuera viable la geometría del mismo quedó finalmente de la forma que podemos ver a continuación:



En conjunto, el diseño del sistema de admisión al completo (conducto entrada, airbox, carburador, motor) es el que se puede ver en la siguiente imagen:



Con el carenado y el chasis colocado quedará de la siguiente forma:



## 10.4 ESCAPE

Pasando al diseño del sistema de escape, la geometría que resulta es bastante más sencilla, puesto que tras realizar el estudio de ondas de dicho sistema, los datos obtenidos son un diámetro de salida de la lumbrera de escape de 42,5 mm, pero como ya se ha explicado en el apartado 7.2, el diámetro disponible en el mercado es de 43 mm por lo que su diseño y posterior simulación se realiza partiendo de esta base. En cuanto a la longitud del sistema se obtuvo una distancia de 55 mm, hasta el punto donde debe aparecer el difusor o cono divergente del mismo, independientemente del tramo final de silencioso.

Así que teniendo en cuenta estas medidas y sabiendo que la curvadora sólo era capaz de realizar curvas al tubo de 75 mm, adaptamos dicho sistema a nuestro montaje, intentando que quedara lo más recogido posible, siempre y cuando cumpliera el reglamento establecido por la organización.

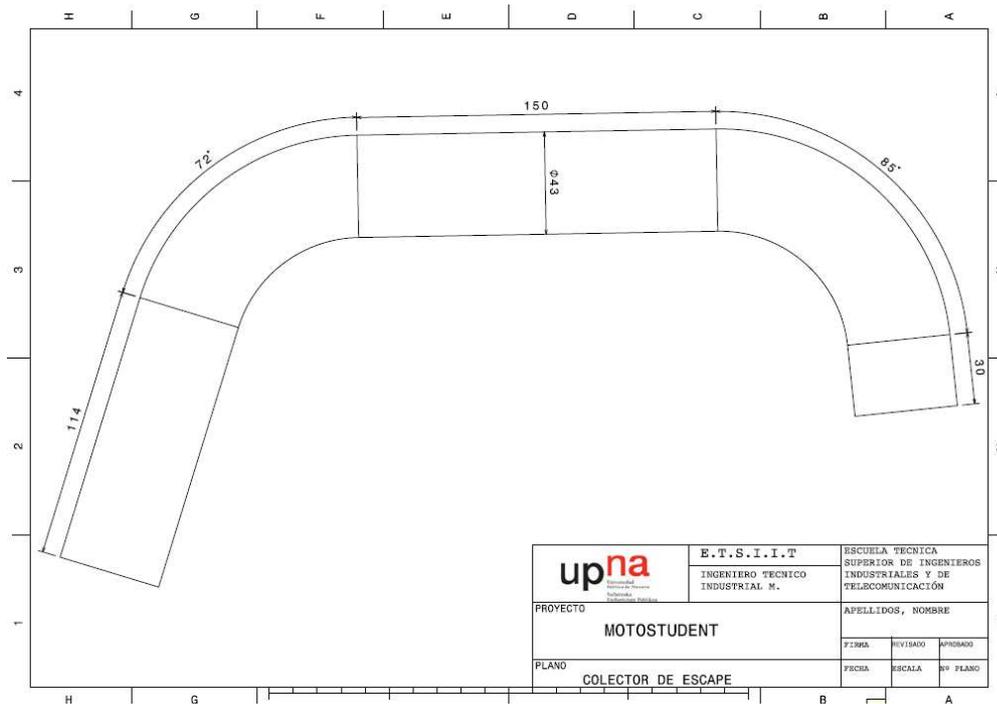
Para ello tuvimos en cuenta las distancias libres obligatorias. Como por ejemplo, la altura libre al suelo, el grado máximo de inclinación de la moto en el paso por curva y la distancia mínima de seguridad exigida respecto a las partes móviles del resto de la motocicleta.

A priori, se intentó diseñar un sistema polivalente, debido a que no conocíamos la posición exacta de las estriberas, estas podrían interferir en el montaje final, por lo que pensamos realizar un sistema sencillo que nos permitiera futuras modificaciones.

Como la lumbrera de escape tenía ángulos de salida bastante complejos, a la hora de diseñar tuvimos que afinar dichos ángulos, debido a que una pequeña variación del mismo, en la boca de salida, supondría una gran diferencia de medidas en el tramo final del sistema, por lo que para medir con la máxima precisión dicho ángulo, llevamos el motor a la sala de metrología, donde la universidad dispone de una máquina de palpadora muy precisa. Dirigida por un profesor del departamento, tomamos los ángulos y las medidas más importantes de nuestro motor, para que a la hora de diseñar el sistema de escape en la maqueta no difiera mucho del resultado final. Este trabajo es el que podemos ver a continuación.

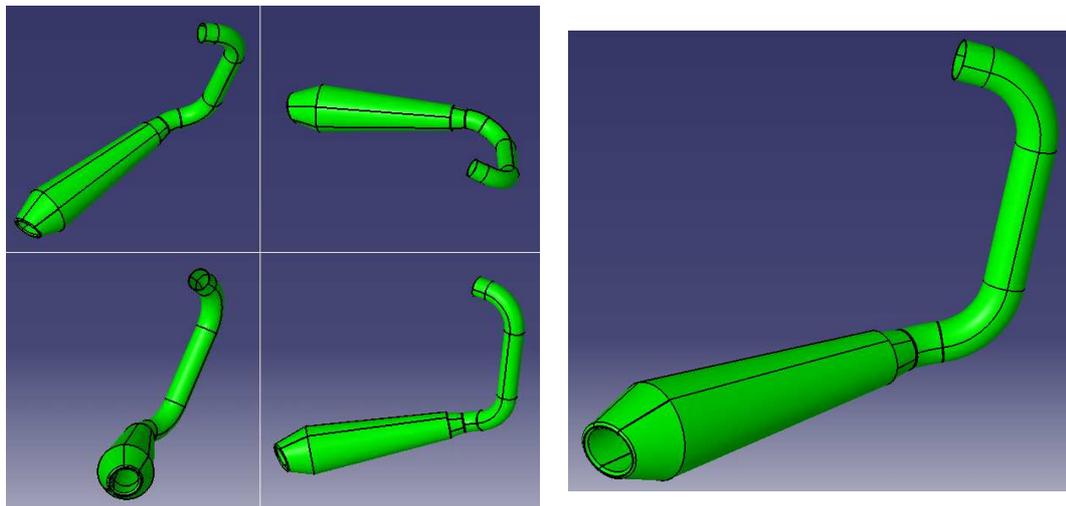


El resultado de dicha curvatura, se puede apreciar en el siguiente plano:



Los radios de doblado no se encuentran acotados porque el único radio de doblado que nos permitía el utillaje disponible en el taller era de 75 mm, por lo que no hacía falta, indicar al gerente que cooperó con el proyecto. Entre los dos en poco menos de una hora ya teníamos el tubo doblado y listo para montar.

En la maqueta de Catia, el diseño del colector junto al silencioso que disponíamos quedó de la siguiente manera:



El silencioso que hemos colocado, y que está representado en la maqueta anterior, es un elemento que se encuentra actualmente disponible en el mercado, su compra es libre y es de la conocida marca italiana Leo-Vine, especializada en fabricación de piezas para la competición.

En la siguiente imagen podemos ver una foto real del dicho silencioso y su montaje previo con el colector ya fabricado.

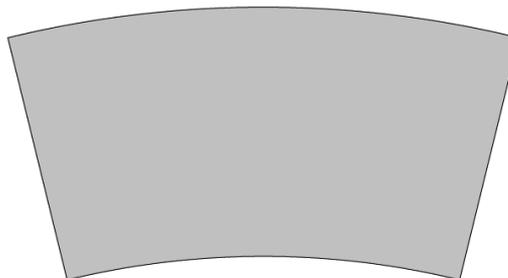


Si nos fijamos detenidamente, en este punto de la fabricación, el colector es de una longitud mayor a la diseñada, esto se realizó así, para que a la hora de encajar el sistema a la parte ciclo, podamos tener opción a alguna modificación para llevar a cabo el ajuste.

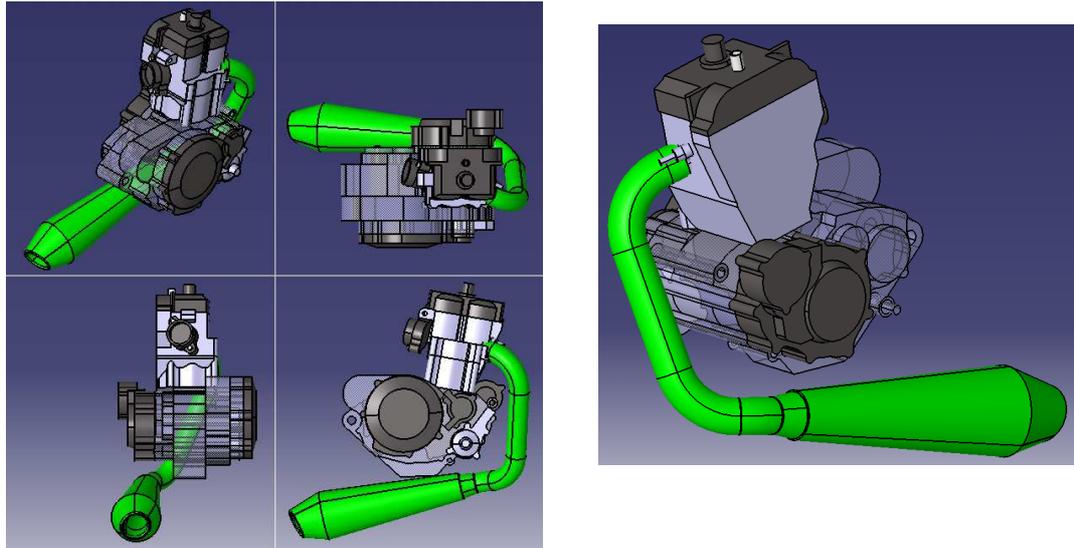
Por otra parte, también cabe destacar que su anclaje al motor se realiza por medio de un casquillo con orejetas, las cuales van sujetas a unos espárragos que salen de la lumbrera de escape del motor. Para ello se realizó un corte en el colector de serie proporcionado por la organización y así aprovechar el mismo casquillo interno que llevaba el colector de serie, para sujetar el nuevo diseño, el cual necesito la ampliación de su diámetro interior para que entrara en este nuevo diseño. Mediante dos pequeñas pletinas este casquillo amarraba al colector con el motor.

Siguiendo el tramo del colector, casi al final y a su entrada al silencioso, podemos observar que se realizó una especie de cono, en acero inoxidable, el cual se realizó para hacer posible el empalme del colector con el silencioso del que disponíamos. Para realizar este pequeño elemento se utilizó un software informático llamado Cone Layout, el cual nos facilitó a escala real la plantilla que deberíamos cortar para posteriormente realizar el virolado y soldar el cono ya cerrado mediante soldadura TIG.

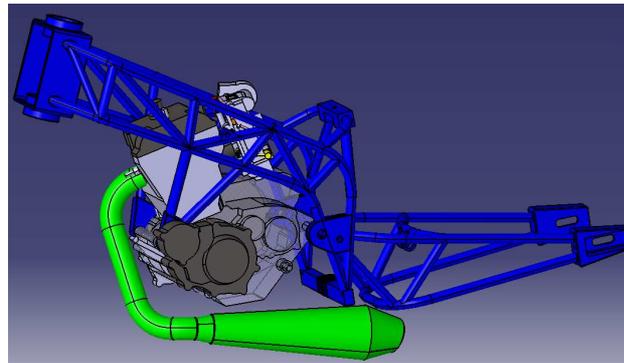
Dicha plantilla es la que podemos ver a continuación:



Una vista del conjunto motor-sistema de escape, es la que se muestra en las siguientes capturas de pantalla:



Con el chasis y basculante colocado quedará de la siguiente forma:



## 10.5 RADIADOR

La solución adoptada en el aspecto de la refrigeración, fue colocar un único radiador de aluminio, y seguir con la refrigeración por agua sin forzar que lleva el motor de serie, ya que éste está preparado a tal efecto. Las dimensiones del mismo debían ser aproximadamente de  $408 \text{ cm}^2$  de superficie de contacto con el aire, mientras que el espesor debía ser de 22 mm, según los cálculos de transferencia de calores. Teniendo en cuenta que la superficie de contacto con el aire de los radiadores que monta la moto de referencia es de  $577 \text{ cm}^2$  dedujimos que no íbamos mal encaminados, puesto que la moto de referencia nos es una moto de carretera, sino todo lo contrario y la refrigeración se realiza de forma más forzada.

Buscando en el mercado, encontramos un radiador que cumplía más o menos los requisitos impuestos a priori. Se trata de un radiador de la marca Cagiva, y que va montado en una moto de carreras de la propia marca, su denominación comercial es Mito. **Las dimensiones del mismo son de**

## 11. REDISEÑO MEDIANTE PROGRAMA INFORMÁTICO

---

Una vez establecida una geometría de partida del sistema de admisión, es conveniente validar el diseño mediante un programa informático. Con ello se pretende comprobar si las suposiciones consideradas a la hora del diseño tienen cierta validez con lo que teóricamente en la práctica va a suceder. De este modo el empleo de una simulación mediante ordenador es muy útil para corregir el diseño de partida, ya que permite obtener información acerca del comportamiento del sistema de un modo que se aproxima bastante a lo que ocurriría en la realidad.

Así, mediante el empleo de esta nueva herramienta es posible realizar modificaciones en el prototipo de partida, que ayuden a mejorar el diseño, de forma mucho más sencilla que si se realizaran ensayos de forma real, ya que las modificaciones en las dimensiones y/o geometría del sistema supondrían bastante dificultad.

El software elegido para llevar a cabo todo este proceso es “**ANSYS FLUENT CFX**”.

### 11.1 DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

El acrónimo Ansys Fluent CFX, es la denominación que obtiene uno de los módulos dentro del software informático Ansys. Este programa es una potente herramienta dentro de los programas de simulación virtual. Con él es posible determinar cargas, presiones, tensiones, fuerzas externas y comportamiento de fluidos. Para este último apartado que es el que a nosotros nos interesa, está el llamado módulo Fluent CFX, que es la herramienta que Ansys utiliza para las simulaciones de fluidos y gases en contacto con cuerpos sólidos.

El procedimiento es similar a cualquiera de los programas que utilizan sólidos virtuales para mallarlos y conseguir una estructura entre ellos que les de formato. Tras realizar dicho mallado, se pasa a la siguiente fase, que es la de condicionar la variables de funcionamiento. Para ello primero se definen las variables de contorno, las velocidades y las presiones exteriores a las que estará sometido en su funcionamiento habitual de circuito.

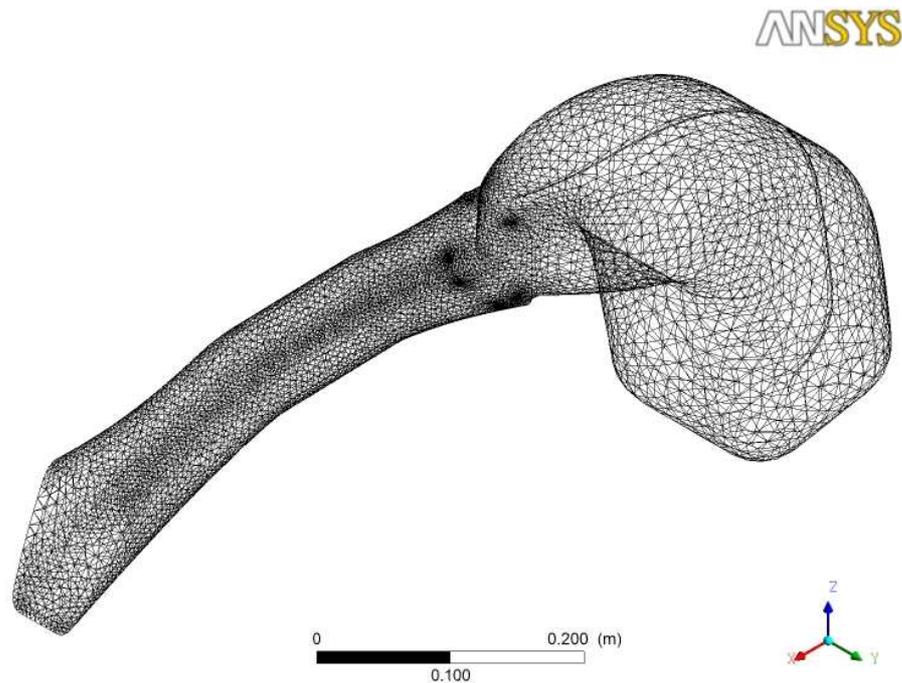
Las variables escogidas para dicha simulación, en el caso de la admisión son:

- Velocidad de entrada del aire
- Presión atmosférica exterior
- Velocidad de entrada al motor del aire al régimen máximo de revoluciones
- Número de Reynolds de las superficies de contacto

Una vez establecidos dichos parámetros, se procede a su simulación. Los resultados obtenidos son los que se muestran a continuación.

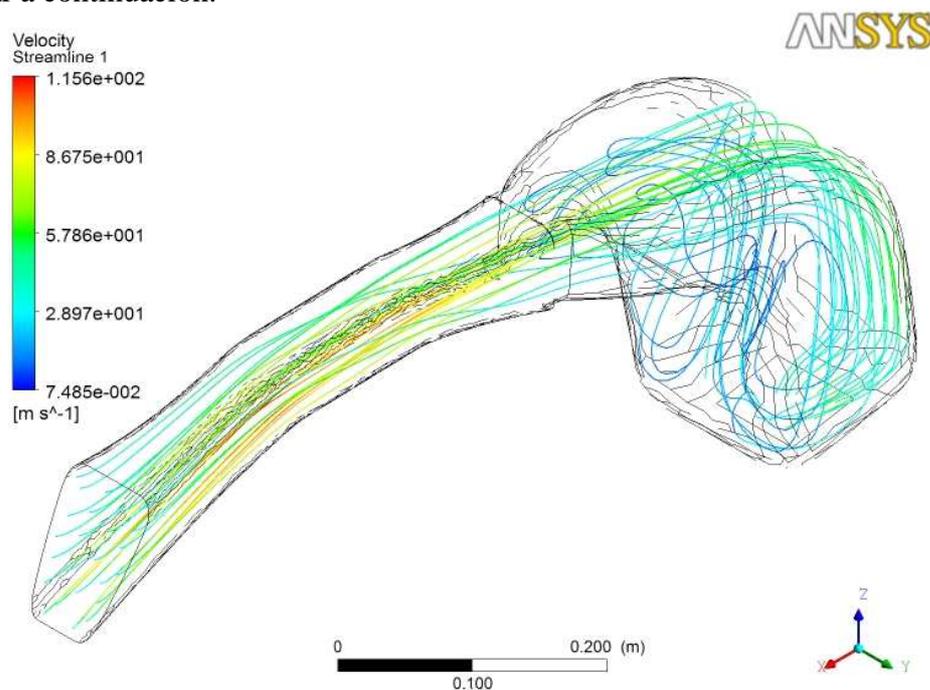
## 11.2 SIMULACIÓN ADMISIÓN

Para el caso de la admisión, el mallado que se realizó fue el siguiente:



Podemos observar que en las zonas más conflictivas, el mallado es más preciso, mientras que en las superficies más sencillas y planas, el mallado que se realizó es bastante más extenso.

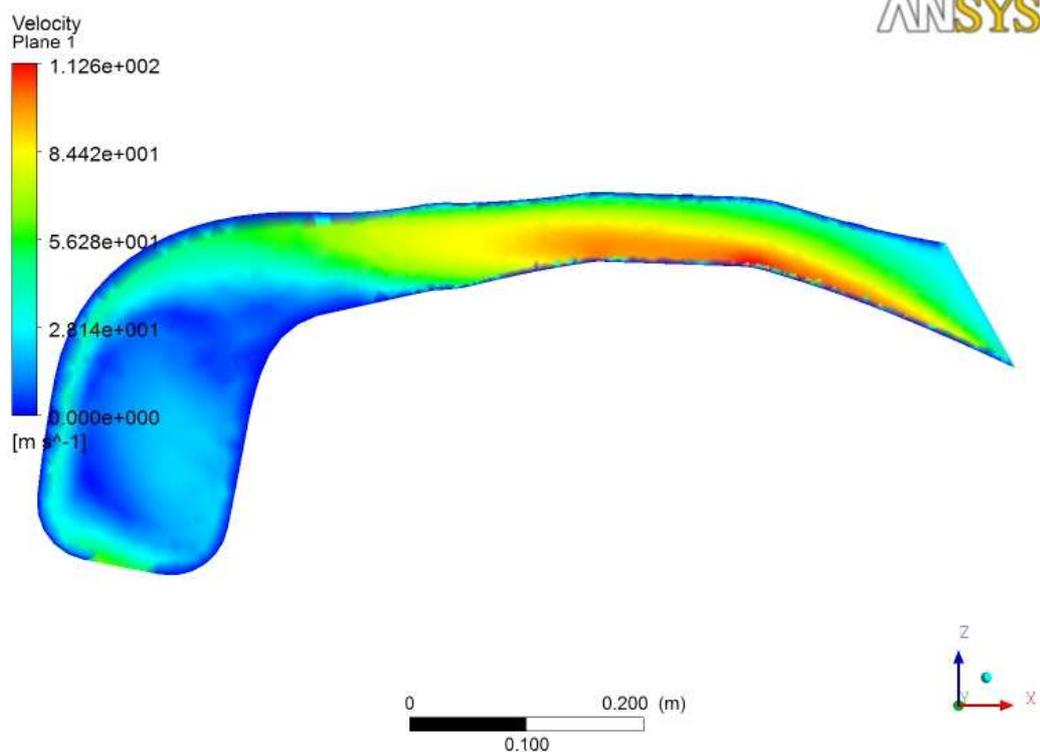
Las líneas de corriente del aire por el interior del sistema son las que podemos observar a continuación.



Estas son las líneas de corriente que se crean en el interior del sistema, para una velocidad de entrada del aire de 90 km/h, que es la velocidad a la que se supone que el efecto inercial de la columna creada por el aire en la admisión, es capaz de producir una ligera sobrepresión. En ellas se puede apreciar, que en el conducto de entrada, las líneas van más pegadas y rectas, esto significa que el flujo que atraviesa este parte del sistema es un flujo laminar, es decir, las líneas no son separadas, ni crean cavidades entre ellas ni turbulencias, por lo que el aire se acelera y se crea una corriente continua.

Llegando a la zona del airbox, se puede observar como a medida que la sección de entrada se agranda, las líneas se separan, creando pequeñas turbulencias y frenando su llegada al mismo. También podemos apreciar como la distancia entre ellas es mucho mayor que en la entrada, esto es debido a la expansión que se produce en el interior del mismo, ocupando así un volumen mayor y llenándolo casi por completo.

La siguiente imagen nos muestra las velocidades de entrada del aire por el sistema. Visto desde el plano medio.

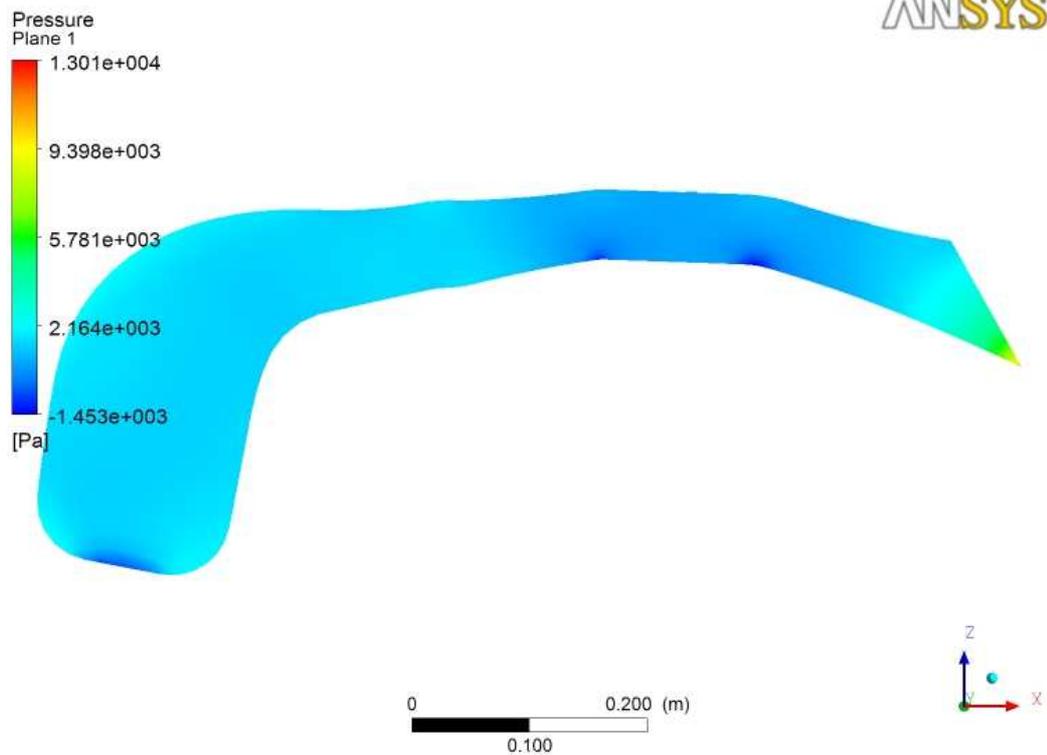


De esta imagen, podemos deducir que el aire que entra por el conducto de admisión, en una primera instancia se ve acelerado, debido al estrechamiento de la sección, y conforme va llegando a la zona del airbox, donde la sección es mucho mayor, el aire se ralentiza, en la zona que nos interesa, que es la que corresponde a la de color más azulado, donde se encuentra situado el carburador.

Para realizar una simulación más afín con la realidad, deberíamos realizar un estudio mucho más estricto y parametrizado, teniendo en cuenta, las velocidades de

entrada al carburador, así como las pulsaciones de las válvulas y el volumen que ocuparía el propio carburador. Puesto que esta representación es una simulación simbólica del efecto que se pretende conseguir en este estudio.

Pasando al estudio de las presiones, tenemos la siguiente simulación realizada también con el módulo de Ansys CFX.



De esta simulación a priori no podemos sacar mucha información, debido a que el detalle del análisis no nos permite ver un claro aumento de la presión en las zonas requeridas. Pero si nos muestra la idea hacia donde queremos llegar.

Esta idea se fundamenta en que cuando la velocidad del aire se ralentiza, la presión dinámica que lleva el fluido a su entrada, la columna que se crea en el conducto, simplemente se transforma en presión estática en la zona de llegada al carburador, es decir, en el interior del airbox.

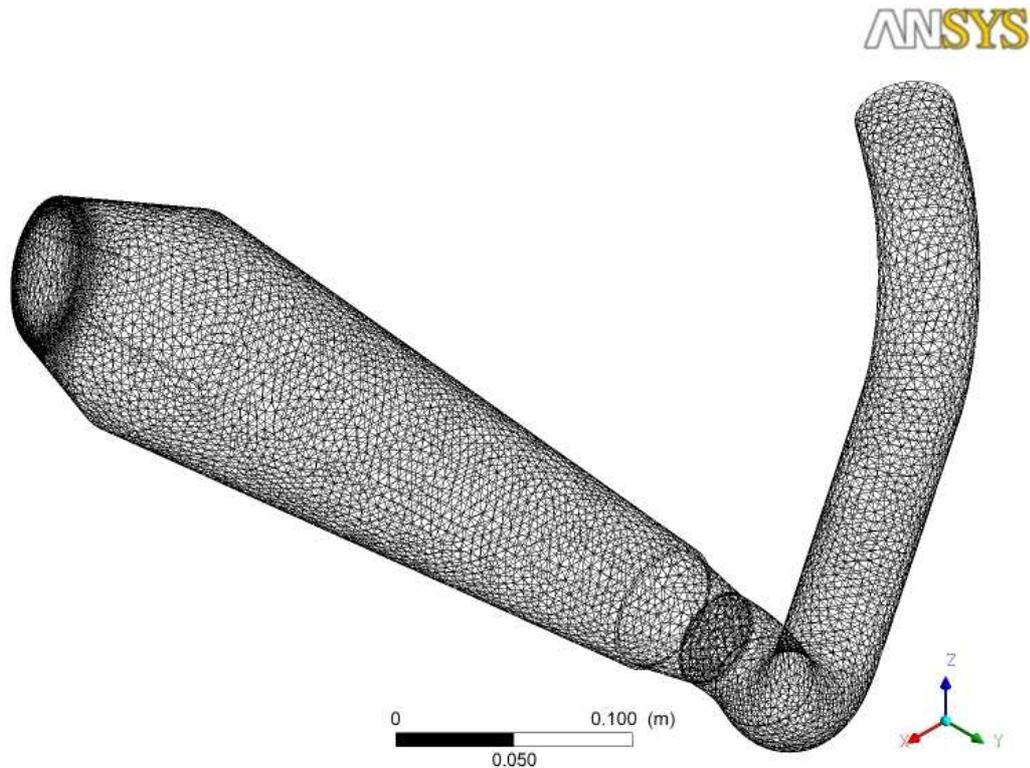
Lo que sí podemos apreciar, es que se crean pequeñas zonas de depresión a su paso por el conducto de entrada, donde la sección es menor, y hace que el aire aumente su velocidad, creando así dicha depresión.

También podemos apreciar que en la parte inferior de la caja de resonancia o airbox, también se crea una pequeña zona de depresión, posiblemente debida al rebote que sufre al aire al chocar contra las paredes.

No obstante, según el gráfico, la zona de mayor presión, es justamente la de la boca de entrada, esto es debido a que es la zona del carenado donde choca el aire que entra frontalmente por la parte más adelantada de la motocicleta.

## 11.3 SIMULACIÓN ESCAPE

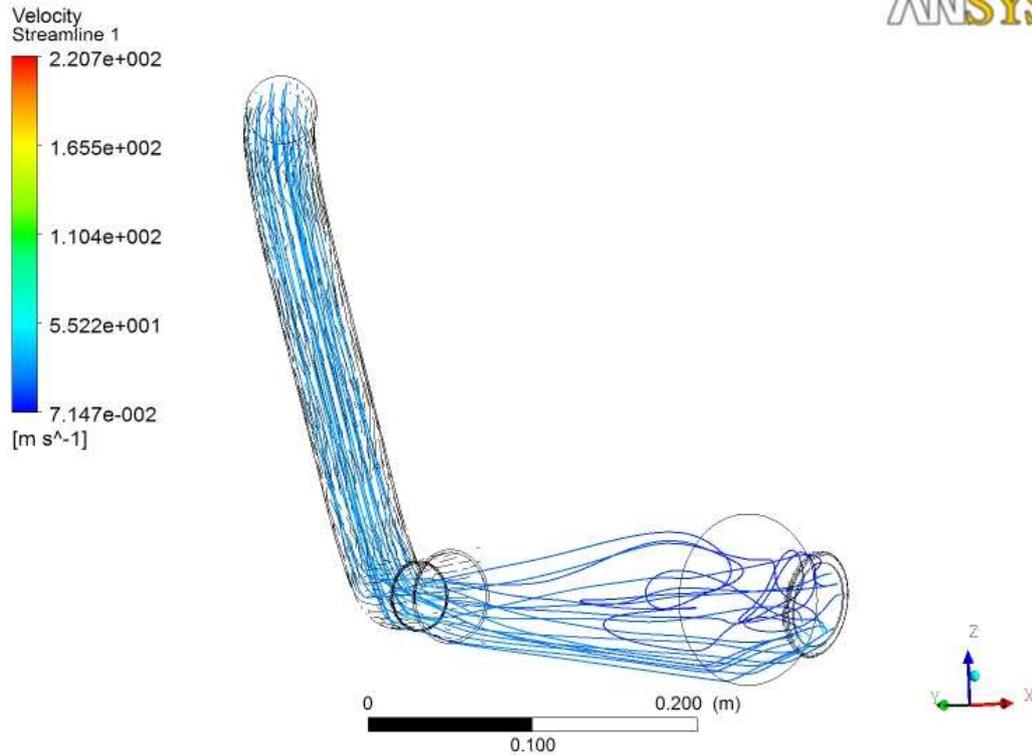
Pasando al estudio del sistema de escape, se realiza un mallado del mismo de la siguiente forma.



Como las dimensiones del mismo, son relativamente parecidas, el mallado es de magnitudes semejantes también, como podemos observar en la imagen anterior. Las partes que tienen una mayor en este sistema, son las dos curvas inferiores seguidas en planos diferentes, la primera de  $72^\circ$  en el plano vertical, y la segunda de  $25^\circ$  en el plano horizontal, además del cono que sigue a estas dos singularidades del sistema.

Pasando a las formas que adquieren los gases del escape al ser quemados y expulsados por el sistema podemos definir los siguientes parámetros. Las masas de salida de todos los componentes, entre los cuales se encuentran la masa de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  y  $\text{N}_2$ , que son los que se emiten al quemar 10 kilos de gasolina por hora, son los que produce el motor cuando a un régimen máximo y a plena carga el dosado es equivalente a 1, es decir, existe un dosado estequiométrico. Traducido a gramos por segundo se convierten en 46 gramos/s de gases a la salida del motor.

En la simulación realizada en Ansys, el resultado de dichos parámetros, pasando por la geometría del sistema, se puede ver reflejado a continuación.



Esta imagen, representa únicamente las líneas de corriente que se producirán a su paso de los gases por el interior del sistema, teniendo en cuenta que este estudio pretende comprobar, que no existan puntos, donde los gases se puedan bloquear u obstruir a sí mismos en el paso hacia el exterior del mismo, podemos afirmar que estos no tendrán ningún impedimento, ni comportamiento extraño en su camino hacia la atmósfera.

El único punto que podría ser problemático es el cono de salida hacia el exterior, donde podemos observar que existen líneas que rebotan contra las paredes creando cierta turbulencia en esta zona. Pero en la realidad, esta zona final del silencioso, es una zona que va rellena de fibra de vidrio, abrazando a un tubo interior agujereado del mismo diámetro de entrada al silencioso y que sirve para atenuar el sonido que se produce en las explosiones del motor. Por lo que en nuestro montaje real, estas reflexiones no se verán producidas por dicho cono de salida.

## 12. CONCLUSIONES

La puesta a punto de un motor de una motocicleta de competición es esencial para un correcto funcionamiento de la misma, pero sobre todo para conseguir participar con unas mínimas garantías de competitividad.

Dentro de toda la puesta a punto del motor, el sistema de admisión y de escape desempeña un papel muy importante, y por tanto su diseño deberá ser lo más ajustado posible al motor en cuestión, de modo que consiga mejorar el funcionamiento de la motocicleta y alcanzar la máxima potencia posible.

Para ello se han analizado los distintos elementos de que puede constar dicho sistema, se ha estudiado su beneficio sobre el motor, se han elegidos los más convenientes y se ha dimensionado, atendiendo a las dimensiones generales de la motocicleta y la optimización de los resultados obtenidos con dicho sistema. Incluso se ha ajustado el diseño del sistema mediante el empleo de un software informático que simula el funcionamiento de dichos elementos. Hay que tener en cuenta el duro proceso de información que se ha tenido que llevar a cabo para conseguir conocer todas las características de dicho sistema, y los estudios teóricos que han tenido que ser realizados para poder llevar a cabo el diseño del mismo, además de las horas invertidas en el taller para el montaje, de no sólo las partes de admisión y escape, sino de todas las partes en general de la motocicleta en cuestión, puesto que todos los integrantes del equipo hemos echado una mano con el resto de partes y elementos que son necesarios a la hora de fabricar una moto fiable y que se encuentra al nivel del resto.

Para finalizar este desarrollo, se debería montar la moto en un banco de pruebas, y probar con las diferentes geometrías y dimensiones estudiadas, ir realizando pequeñas modificaciones que se traduzcan en pequeñas mejoras de potencia y rendimiento del mismo, debido a que la teoría siempre dista bastante de la realidad.

## 13. BIBLIOGRAFÍA

---

Lista de los libros de consulta, catálogos, documentos, artículos y página web, que han sido usados para la realización del PFC:

- MOTOCICLETAS. M. Arias-Paz. Ed. CIE Inversiones Editoriales Dossat 2.000 s.l.

2003

-MOTOCICLETAS, PUESTA A PUNTO DE MOTORES DE 2 TIEMPOS. Jhon Robinson. Ed. Paraninfo s.a. 1995

- DESIGNA AND SIMULATION OF FOUR-STROKE ENGINES. Gordon P.Blair. Ed. SAE internacional.

- MOTOCICLETAS, COMPORTAMIENTNO DINÁMICO Y DISEÑO DE CHASIS. Tony Foale. Ed. Tony Foale

- INGENIERÍA DE MOTOCICLETAS. Cesar Díaz de Cerio y José Sancho. Apuntes formativos.

- MÁQUINAS TÉRMICAS. Carlos María Sopena Serna. Apuntes formativos

- INGENIERÍA TÉRMICA. Juan José Aguas. Apuntes formativos

- MECÁNICA DE FLUIDOS. Frank M. White. Ed. Mc Graw Hill

- REGLAMENTO TÉCNICO. MotoStudent.

- INTERNAL COMBUSTION ENGINE FUNDAMENTALS. Heywood, J.B. Ed MacGraw-Hill.

- INTRODUCTION INTERNAL COMBUSTION ENGINES. Stone, R. SAE Publications 1995

- INTERNAL COMBUSTION ENGINES. Ferguson, C.R. Ed John Willey & Sons

- MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA ALTERNATIVOS. Muñoz, M y Payri, F. Sección Publicaciones de E.T.S.I. Industriales de Madrid. Madrid 1989.

- INFLUENCIA DE LA MORFOLOGÍA EN LOS SISTEMAS DE ADMISIÓN Y DE ESCAPE DE UN MOTOR DE CUATRO TIEMPOS. Egusquiza, E. y Virto, L. Revista: ETSIIT. Escuela Técnica Superior Ingenieros Industriales Tarrasa.

- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. Real Decreto 1215/1997

- Guía para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. Real Decreto 486/1997

- [www.keihin-us.com/pwk.htm](http://www.keihin-us.com/pwk.htm)
- [www.motostudent.com](http://www.motostudent.com)
- [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)
- [www.google.com](http://www.google.com)



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

**INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO**

Título del proyecto:

**SISTEMA DE ADMISIÓN, REFRIGERACIÓN Y ESCAPE EN UNA MOTO  
DE COMPETICIÓN**

**CÁLCUOS**

Gerardo Herce Gil de Muro  
Pedro M<sup>a</sup> Diéguez Elizondo

Pamplona, a 08 de noviembre de 2012

# 1. ÍNDICE

---

1. ÍNDICE .....	2
2. INTRODUCCIÓN .....	3
3. SISTEMA DE ADMISIÓN .....	4
3.1 DIÁMETRO DEL CARBURADOR .....	4
3.2 CÁLCULO REFERENCIA RAM-AIR .....	4
3.3 CONSUMOS .....	8
4. CÁLCULO SECCIÓN ADMISIÓN .....	9
5. ESCAPE.....	11
6. CÁLCULO REFRIGERACIÓN.....	13
6.1 PÉRDIDAS DE CALOR.....	13
6.2 ECUACIONES SEMIEMPÍRICAS CALOR INSTANTÁNEO .....	16

## 2. INTRODUCCIÓN

---

En este documento se pretende recoger todas las operaciones y cálculos necesarios para realizar un correcto diseño del sistema de admisión, refrigeración y escape de la motocicleta de competición objeto de este proyecto.

A continuación se va a explicar todo el proceso que se va a seguir para obtener los resultados buscados, intentando razonar lo mejor posible el origen de los mismos y su utilidad.

Estos cálculos, y lógicamente los resultados obtenidos, están destinados a conseguir una primera aproximación de lo que realmente serán los sistemas de la motocicleta. Es decir, con ellos se pretende conseguir una geometría de partida con la que poder iniciar el diseño de dichos componentes como se redacta en la Memoria.

Más concretamente, los cálculos se centran en la determinación de las geometrías de partida, tanto para el sistema de escape como para el de admisión, así como el cálculo aproximado de un sistema de refrigeración adecuado a el tipo de motor y funcionamiento del mismo.

Muchos de los cálculos empleados en este documento, se encuentran basados en los conceptos que se han expuesto en el ya mencionado documento de Memoria, de modo que si existiera algún procedimiento que no quedara del todo claro, es conveniente volver a analizar este documento, efusivamente los apartados de estudio de ondas así como los de aproximaciones de cálculos.

### 3. SISTEMA DE ADMISIÓN

Para nuestro sistema de admisión, una de las tareas más importantes que se deben conseguir con la realización de este proyecto, es la elección del diámetro de carburador a emplear, así como la resonancia producida por el motor o la caja. Algunas de estas condiciones de funcionamiento ya se han establecido en el documento de Memoria, como el dosado, régimen de vueltas o frecuencia crítica.

De este modo, a partir de todo ello, se va a intentar concretar más algunos de los parámetros que caracterizan dicho sistema.

#### 3.1 DIÁMETRO DEL CARBURADOR

La elección del diámetro del carburador es uno de los parámetros que identifican a dicho elemento. Además influye notablemente en el funcionamiento del motor, ya que de él depende el caudal de aire que pase al mismo, y por ello también la cantidad de mezcla. Por ello es de vital importancia determinar este valor concretamente, como ya se ha expuesto en el apartado pertinente de la Memoria.

En ella se ha expuesto una fórmula que permita hallar el valor del diámetro del carburador, la cual se recoge a continuación:

$$D_{\text{Carburador}} = \left[ C_{\text{cil}}^{1/3,55} \times \sqrt{\frac{4 \times R \cdot P \cdot M \times C_{\text{cil}}}{94,25 \times V_{\text{cil}}}} \right] \times 1/2,65$$

Los datos a sustituir, para el caso particular que se está estudiando, son los siguientes:

- Cilindrada: 250 cm<sup>3</sup>
- Rpm: 11000
- Velocidad: 90 m/s

Con ellos se obtiene un resultado de 41,35 mm, por lo que lo aproximamos al siguiente diámetro disponible para un carburador, que es 42 mm.

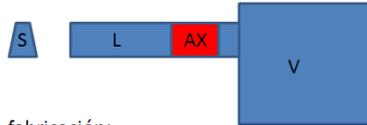
El carburador elegido será de diámetro 42 mm, ya que no existe en el mercado carburadores de la medida resultante. Además la elección de un carburador algo mayor que el teóricamente se requiere, puede suponer una leve mejora en la obtención de la mezcla. Ya que de este modo se consigue la entrada de una mayor cantidad de caudal, suficiente para mejorar las prestaciones de nuestro motor, pero insuficiente como para empeorarlas, por motivos de ahogos.

#### 3.2 CÁLCULO REFERENCIA RAM-AIR

Para aproximarnos a la resonancia que adquiere el sistema de admisión a un régimen alto de funcionamiento del motor, procedemos al siguiente cálculo obtenido a partir de los volúmenes y las longitudes de los conductos de entrada y airbox.

A partir de aquí, desarrollaremos la teoría, como si la caja de aire y el conducto de entrada, formaran una especie de masa-resorte acoplado al sistema con una frecuencia de resonancia.

Se considera un diferencial de masa de aire "AX" que entra a través del conducto de longitud "L" y tamaño de sección "S" hasta una caja de volumen "V", se produce una expansión no isoentrópica de la masa circulante.



• Proceso de fabricación:

Consideraciones a tener en cuenta:

- Resonancia adecuada a las válvulas del motor en máximas revoluciones.
- Volumen suficiente para renovación de carga y forzar la turbulencia.
- Considerar pérdidas de carga y presión debidas al rozamiento del aire por los ductos.

Se considera un diferencial de masa de aire "AX", que entra a través del conducto de longitud "L" y tamaño de sección "S" hasta una caja de volumen "V", se produce una expansión no isoentrópica de la masa circulante.

Consideraciones a tener en cuenta:

- Resonancia adecuada a las válvulas del motor en máximas revoluciones
- Volumen suficiente para renovación de la carga y remanso del aire
- Considerar pérdidas de carga y presión debidas al rozamiento del aire a través de los ductos.

Conocidos:

- Masa de aire:  $M_a = 1,25 \text{ g/l}$
- $P_{atm} = 104 \text{ Kg/cm s}^2$

$$P \cdot V = N \cdot R \cdot T$$

Si el aire en el tubo de entrada se mueve  $x$  cm en la caja de aire, entonces el volumen de aire dentro de los cambios de aire de la caja a  $X$  (lo que entra a través o consumo de aire)

$$V = V' + A \cdot X$$

Puesto que la constante de Boltzman, y el volumen de la caja de aire no cambian, que deja sólo la temperatura y la presión. La gamma para el aire es 1,4, de modo que:

$$\text{-Para el aire } \gamma = 1,4 \rightarrow \frac{T'}{T} = \left(\frac{V'}{V}\right)^{0,4} \rightarrow \frac{T'}{T} = \left(1 + \frac{AX}{V}\right)^{0,4} \rightarrow \text{Como } AX \ll V$$

$$\left(1 + \frac{AX}{V}\right)^{0,4} \cong 1 + 0,4 \cdot \frac{AX}{V}$$

$$\text{-Moles } n = \left(1 + \frac{AX}{V}\right) \cdot n$$

El número de átomos en los cambios de aire de la caja a  $n' = (1 + AX / V) n$ . Así, la nueva presión es:

$$P' = \left( 1 + 1,4 \cdot \frac{AX}{V} \right) \cdot P$$

Ahora podemos encontrar la constante de resorte de la caja de aire, K:

$$\text{Fuerza} = \text{Presión} \times \text{Área} = Kx$$

-Calculamos la “k” del resorte

$$F = A \cdot P = K \cdot x \rightarrow K \cdot x = 1,4 \cdot \frac{AX}{V} \cdot A \cdot P \rightarrow k = \frac{A^2}{V} 146 \text{ Kg/s}^2$$

-La masa de aire en el tubo de entrada será:

$$M = A \cdot L \cdot \rho_{\text{Aire}} = A \cdot L \cdot 1,25/1000$$

La  $\omega$  frecuencia de resonancia, en radianes por segundo, de un sistema resorte-masa es:

-La frecuencia será:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{M}} = \sqrt{\frac{A^2}{V} \cdot 146 \cdot \frac{1000}{1,25 \cdot A \cdot L}} \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{A}{V} \cdot \frac{116800}{L}}, \text{ donde } A, L$$

y V en  $\text{cm}^2$ , cm,  $\text{cm}^3$  respectivamente.

- Se llega a la conclusión de que lo mejor es hacer coincidir frecuencias a régimen medio.
- La frecuencia de resonancia es  $\omega / 2\pi$ , y las rpm resonante es  $30 \cdot \text{número de cilindros} \cdot f$

Entonces:

$$\text{rpm de resonancia} = 4775 \cdot \sqrt{(116,5 A/VL)} \text{ (solo cilindro)}$$

$$\text{rpm de resonancia} = 9550 \cdot \sqrt{(116,5 A/VL)} \text{ (V-twin)}$$

$$\text{rpm de resonancia} = 19100 \cdot \sqrt{(116,5 A/VL)} \text{ (4 cilindros)}$$

Para nuestro caso de un solo cilindro:

$$\text{rpm} = 4775 \cdot \sqrt{\frac{116,5 \cdot A}{V \cdot L}}, \text{ en nuestro caso con los valores indicados, debería dar las } 11000 \text{ rpm, para que se produzca la resonancia al régimen máximo.}$$

Una vez realizado el diseño, nos es posible conocer los datos anteriores, y los expongo a continuación:

- L = 45,6 cm
- A = 80 cm<sup>2</sup>
- V = 6 l.

Por lo que las revoluciones de resonancia para nuestro motor, serán:

$$rpm = 4775 \sqrt{\frac{116,5 \cdot A}{V \cdot L}} = 4775 \sqrt{\frac{116,5 \cdot 80}{6 \cdot 45,6}} = 27869 \text{ rpm}$$

Y la frecuencia de amortiguamiento de nuestro sistema valdrá:

$$w = \sqrt{\frac{A}{V} \cdot \frac{116800}{L}} = \sqrt{\frac{80}{6} \cdot \frac{116800}{45,6}} = 184,8 \text{ rad/s}$$

Y la frecuencia será:

$$f = \frac{w}{2\pi} = \frac{184,8}{2\pi} = 29,4 \text{ Hz}$$

La sobre presión máxima posible alcanzable para un sistema Ram-Air, según un artículo del ingeniero de Fórmula 1 británico, Carroll-Smith. Viene dada por la siguiente fórmula:

$$P_{max} = \frac{\rho_{Aire} \times V_{Aire}^2}{288g.}$$

Suponiendo diferentes velocidades en un banco de pruebas de la marca Renault, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

A una velocidad de 130 km/h, la ventaja de presión fue:

$$P_{130km/h} = \frac{0,076 \times 118^2}{288g. \times 32,2} = 0,11 \text{ lb./in}^2 \text{ , es decir, un incremento de 758,14 Pa}$$

A una velocidad de 260 km/h, la ventaja de presión fue:

$$P_{260km/h} = \frac{0,076 \times 235^2}{288g. \times 32,2} = 0,45 \text{ lb./in}^2 \text{ , es decir, un incremento de 3101,7 Pa}$$

Y teniendo en cuenta que la eficiencia del conducto no es mayor del 75%, por lo que la mayor ganancia posible será:

$$3101,7 \text{ Pa} \times 0,75 = 2326,3 \text{ Pa} = 23,26 \text{ mbar}$$

Así, que teniendo en cuenta, que la presión atmosférica en condiciones normales, es de 101325 Pa, la presión absoluta en el interior del airbox podrá llegar a:

$$P_{abs} = P_{atm} + P_r = 101325 + 2326,3 = 103651,3 Pa$$

Por lo que aunque la ganancia es pequeña, esta diferencia con respecto a una aspiración directamente atmosférica, puede hacer que el motor gane de 0,5 a 1,5 CV, y esta diferencia, en la competición puede llevar a ganar o perder una carrera.

### 3.3 CONSUMOS

En este apartado, se realizará un cálculo aproximado, para conocer el consumo específico de aire y de gasolina por kilómetro recorrido.

El resultado de dicho cálculo será esencial, a la hora de dimensionar el tamaño del depósito de gasolina, así como la entrada de aire necesaria para nuestro sistema de admisión.

Sabemos que la longitud del circuito de Alcañiz, es de 2379,12 km, por lo que necesitamos saber el consumo de gasolina por vuelta de la moto.

Para ello, partiremos del rendimiento volumétrico, así como de la cantidad de aire que es capaz de absorber el motor a un régimen máximo constante de revoluciones y grado de carga.

-Moles de aire a rég. Máximo: 0,84 moles de aire

-Dosado:  $F_e = \frac{\dot{m}_f}{\dot{m}_a} \left[ \frac{Kg/s}{Kg/s} \right]$

A plena carga el dosado es 1,15, por lo que el consumo de aire será:

$$\dot{m}_a = 0,02425 \text{ Kg/s} \rightarrow \dot{m}_f = 1,15 \cdot \dot{m}_a \rightarrow \dot{m}_f = 0,02788 \text{ Kg/s}$$

-La velocidad media de avance = 110 Km/h = 30,5 m/s

-El peso especf. de la gasolina está entre 0,7 - 0,79 Kg/dm<sup>3</sup>

$$\dot{m}_f = 0,02788 \text{ Kg/s} = 0,037676 \text{ l/s}$$

El tiempo que se tarda en recorrer una vuelta del circuito a una velocidad media de 30,5 m/s será:

$$v = \frac{x}{t} \rightarrow t = \frac{x}{v} = \frac{2379,12}{30,5} = 77,86 \text{ s.}$$

Por lo que los litros por vuelta, si consideramos que durante todo el circuito la moto funciona a plena carga serán:

$$\text{Litros consumidos} = t \cdot l/s = 77,86 \cdot 0,037676 = 2,93 \text{ L/vuelta}$$

· Según el libro de J.Rhobinson

Para motores de 4 tiempos  $\rightarrow 0,35 \cdot p = \text{consumo en litros por hora}$

Siendo p, la potencia del motor en CV, y sabiendo que la potencia de nuestro motor en caballos de vapor es de 35,7 CV, el consumo será:

$$\text{Consumo} = 0,35 \cdot p = 0,35 \cdot 35,7 = 12,5 \text{ l/h}$$

Por lo que dar una vuelta al circuito, nos costará:

$$\text{Consumo por vuelta} = 12,5 \cdot \frac{77,86}{3600} = 0,27 \text{ litros/vuelta}$$

Consumo que parece mucho más razonable que el calculado anteriormente.

## 4. CÁLCULO SECCIÓN ADMISIÓN

---

Para el cálculo de dichas sección, nos vamos a basar, en el rendimiento volumétrico que ofrece un motor de Yamaha monocilíndrico de 5 válvulas, a partir de una tabla encontrada por internet, estos rendimientos volumétricos son los que ofrecían distintos motores de diferentes marcas, en el montaje en serie.

Partiendo de los datos de los que disponemos podemos señalar que:

- $V_T = 250 \text{ cm}^3$
- $\text{rpm}_{\text{max}} = 11000 \text{ rpm}$
- $P_{\text{atm}} = 101325 \text{ Pa}$
- $T_{\text{atm}} = 298 \text{ K (25 } ^\circ\text{C)}$
- $\gamma_{\text{aire}} = 1,4$

Partiendo de la ecuación del rendimiento volumétrico en un motor de 4 tiempos:

$$\eta_v = \frac{\dot{m}_a}{(n/2 \cdot V_T \cdot \rho_{\text{ref}}(\text{aire}))}$$

$$R = C_p - C_v = C_p - \frac{C_p}{\gamma} = 0,2857$$

$$11.000 \text{ rpm} = 183, \hat{3} \text{ rps}$$

$$\rho_{ref} = \frac{P_{atm}}{R \cdot T_{atm}} = \frac{101325}{8,314 \cdot 298} = 1,19 \text{ Kg/m}^3$$

- Como sabemos, para un motor monocilíndrico Yamaha, de 4 válvulas a unas 10.000 rpm aproximadamente es  $\eta_v = 0,889$  (pdf trucaje 4T)

Por lo que el consumo de aire será:

$$\dot{m}_a = \eta_v \cdot \left( \frac{n}{2} \cdot V_T \cdot \rho_{ref} \right) \quad (\text{para un motor de 4T})$$

$$\dot{m}_a = \eta_v \cdot \left( \frac{n}{2} \cdot V_T \cdot \rho_{ref} \right) = 0,889 \cdot \left( 183 \cdot \frac{\hat{3}}{2} \cdot 250 \cdot 10^{-6} \cdot 1,19 \right) = 0,02424 \text{ Kg/s}$$

Por lo que el caudal de aire por el conducto de admisión será:

$$Q_{aire} = 0,02424 / 1,19 = 0,0201 \text{ m}^3/\text{s}$$

La sección mínima, necesaria para que se proporcione ese caudal al motor será:

$$Q = V \cdot S \rightarrow V_{min} = \frac{Q}{S} \rightarrow S_{min} = \frac{Q}{V}$$

$$S_{min} = \frac{0,0201}{25} = 8,15 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 80,15 \text{ cm}^2$$

Como podemos observar, la sección mínima resultado de la anterior resolución, es muy pequeña, esto es debido a que si el aire ocupara toda la sección completa de entrada, como un chorro de agua a presión en flujo laminar, pero en nuestro caso no es así debido a que el aire, aunque ocupe toda la sección, nunca es capaz de aprovechar por completo la instalación, debido a que en las paredes se forma un especie de lámina que obstruye el paso del aire, permaneciendo este quieto, además existen muchas pérdidas por rozamiento y turbulencias, por lo que a este resultado habría que mayorar todas esas pérdidas, para que el aire que entrara por la sección, sea mínimo lo que nos resulta del cálculo anterior.

Dependiendo de la forma del conducto y de las dimensiones, aparte de innumerables factores como son la velocidad o el número de Reynolds de la superficie de contacto, etc. Habría que considerar que el rendimiento del conducto fácilmente no supere el 25%. Por lo que tendríamos que aumentar dicha superficie en un 175%.

## 5. ESCAPE

Para el cálculo del sistema de escape, nos hemos fundamentado en un documento del ingeniero basado en el libro BG Tuning Manual.

A priori, y como cálculo aproximado existe una longitud crítica, en la cual, las ondas de depresión, llegarán a las válvulas de escape en el momento de apertura. Dicha fórmula es la que se expone a continuación:

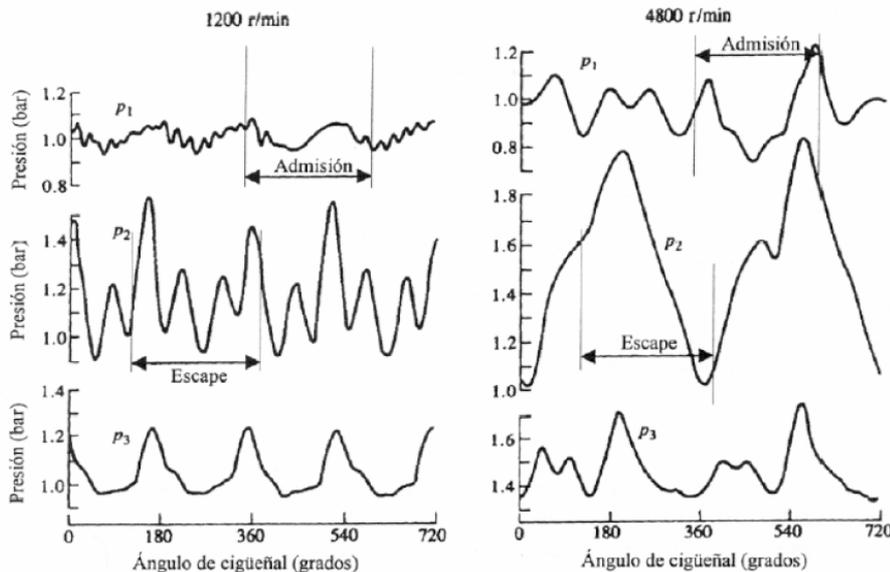
$$L_c = 13.000 \times \left( G_e / rpm \times 6 \right)$$

Donde:

- $G_e$  = Grados de giro en el cigüeñal para la apertura de las válvulas de escape
- rpm = Régimen máximo del motor

Sabemos que para un motor de enduro como es el que la organización nos proporciona, los avances y retrasos de apertura y cierre de válvulas son bastante elevados, por lo que a los 180° que permanecen abiertas en la carrera ascendente del motor, abría que sumar los grados de A.A.E. y R.C.E.

En motores de competición los grados de A.A.E. suelen variar entre los 5 y los 7°, y los grados de R.C.E, donde se produce el cruce de válvulas los grados suelen ir de los 9 hasta los 13° de retraso.



Gráf.- 5.7.- Presión instantánea en diferentes puntos de los sistemas de admisión y escape. ( $p_1$ : colector de admisión a 150 mm del cilindro.  $p_2$  y  $p_3$ : colector de escape a 200 mm y 700 mm del cilindro respectivamente).

Por ello en nuestro sistema de motor, podríamos considerar que los grados de giro del cigüeñal en el etapa de escape son 200, que son 180+7+13, pero más adelante veremos una tabla donde encontraremos valores que difieren de estos.

A partir de aquí seguiremos la guía del Ideal Length for a Given Application del BG Tuning Manual. Que dice lo siguiente:

- Longitud del conducto primario:

$$L_c = \frac{129540 \times E.T.}{rpm \times 6}$$

#### Exhaust timing selection chart

Application	Exhaust opens B.B.D.C.	Exhaust closes A.T.D.C.	Av.max. power R.P.M.	E.T.
Standard Engine	50	20	5500	230
Stage 1 Street	65	30	6200	245
Stage 2 Rally, M/Cross	75-80	40-50	6800	260
Stage 3 Advanced Rally and Motor Cross	82	54	7400	262
Stage 4 Full Circuit Race	88	56	8000	268
Dragster	90+	60+	8000+	270+

En los motores de enduro-cross el valor de E.T., tiempo de escape es de 260, por lo que en nuestro diseño, elegiremos dicho valor.

Las revoluciones estimadas serán menores que las máximas debido a que la potencia máxima se logrará a unas 500 rpm menos.

$$L_c = \frac{129540 \times 260}{10500 \times 6} = 534,6 \text{ mm}$$

Después de calcular la longitud de la tubería principal, ahora tenemos que calcular el diámetro de la siguiente manera:

A partir de la cilindrada del motor  $\Rightarrow 250 \text{ cm}^3 \times 2 = 500 \text{ cm}^3$ , esos 500 los dividimos por 52,4, que nos da 9,54 que dividimos a su vez por 3,4, el resultado nos da 2,8.

Haciendo la raíz cuadrada de dicho valor nos dará:

$$\sqrt{2,8} = 1,67 \rightarrow (1,67 \times 2) + 0,3 = 3,65 \text{ cm} = 36,5 \text{ mm}$$

Pero es conveniente aumentar dicho valor de un 10 a un 15%, según la tortuosidad del mismo.

Entonces el resultado del diámetro final del mismo, es de:

$$36,5 + (36,5 \times 0,1) = 40,15 \text{ mm}$$

O si aumentamos el 15%, nos dará:

$$36,5 + (36,5 \times 0,15) = 42 \text{ mm}$$

El colector que tenemos en el taller, y que viene con el motor de serie, es de 42 mm exactos, pero el que queremos fabricar, solo nos permite un diámetro exterior de 43 mm, por lo que funcionalmente trabajaremos con este colector. De hecho trabajar con este colector no nos podrá sufrir ningún inconveniente, sino por el contrario ventajas, debido a que cuanto mayor sea el colector, sin pasarse, más facilidad tendrá los gases de escape para ser evacuados.

Para el conducto secundario, o silencioso, deberemos tener en cuenta la conicidad del mismo así como su longitud, ésta última tendrá que ser equivalente o múltiplo de la longitud del primario.

- A estas longitudes es siempre imprescindible descontar la distancia que existe entre la lumbrera del escape y las válvulas, ya que cuenta como tramo del colector.

## 6. CÁLCULO REFRIGERACIÓN

---

Partiendo de los datos que tenemos como partida de nuestro motor, procederemos al estudio y cálculo del mismo para conocer qué superficie de contacto con el aire en el radiador necesitamos, y que diámetros de manguitos montaremos.

Los datos de partida del motor son los siguientes:

- Cilindrada:  $249 \text{ cm}^3$
- Diámetro x Carrera:  $76,96 \times 53,6 \text{ mm}$
- r (relación de compresión): 12,5:1
- $V_r$  (volumen refrigerante) : 1 litro

Las dimensiones del radiador de serie son:

$$240 \times 120,2 = 28.848 \text{ mm}^2 = 288,5 \text{ cm}^2, \text{ como hay dos colocados:}$$
$$288,5 \times 2 = 576,96 \text{ cm}^2$$

### 6.1 PÉRDIDAS DE CALOR

Para realizar este cálculo tenemos que considerar el motor, como una fuente de calor, la cual produce energía constantemente y que debe de ser desalojada por las

diferentes vías. Esto justifica la necesidad de la refrigeración. Lo que debemos hacer ahora es:

- Plantear las ecuaciones generales de transmisión de calor y las consecuencias que se obtienen.
- Conocer el balance térmico y donde se localizan las pérdidas

Estas vías se producen por fenómenos de convección, inducción o simplemente por transferencia de masas.

Los calores cedidos al refrigerante mediante la transferencia del calor son los que se expresan en el siguiente balance de energías total que se produce en el interior.

$$\dot{m}_f \cdot H_c = N_e + N_a + \dot{Q}_r + \dot{Q}_{ac} + \dot{H}_g + \dot{H}_{ci} + \dot{Q}_{conv}$$

Siendo:

- $\dot{m}_f H_c$  : Potencia disponible en el combustible.
- $N_e, N_a$  : Potencia efectiva y de auxiliares.
- $\dot{Q}_{ref}$  y  $\dot{Q}_{ac}$  : Flujo de calor transmitido al refrigerante y al aceite.
- $\dot{H}_g$  : Flujo de entalpía de los gases de escape.
- $\dot{H}_{ci}$  : Flujo de entalpía por combustión incompleta.
- $\dot{Q}_{conv+rad}$  : Flujo de calor transmitido por radiación, convección y conducción al ambiente.

Para realizar el estudio de las diferentes formas por la que se transmite el calor, distinguimos tres zonas:

- Zona del motor: Convección gas-pared  $\frac{\dot{Q}}{A_g} = h_g(T_g - T_{sg})$
- Zona cilindro: Conducción pared gas-pared refrigerante:  $\frac{\dot{Q}}{A_g} = \frac{kw}{e}(T_{sg} - T_{sr})$
- Zona radiador: Convección pared refrigerante-refrigerante  $\frac{\dot{Q}}{A_g} = h_r(T_{sr} - T_r)$

Para realizar dichos cálculos se plantean varios problemas:

- Se desprecia la radiación
- $T_g$  depende del tiempo
- $T_r$  depende del tiempo
- La geometría de las paredes es compleja
- La relación entre  $kw/e$  es muy variable
- $h_g$  y  $h_r$  varían espacial y temporalmente

Calor transmitido: 
$$\frac{Q}{A_g} = \frac{1}{\frac{1}{h_g} + \frac{e}{k_w} + \frac{A_g}{A_r} \cdot \frac{1}{h_r}} (T_g - T_r)$$

Gradientes térmicos: 
$$T_{sg} - T_{sr} = \frac{\frac{e}{k_w}}{\frac{1}{h_g} + \frac{e}{k_w} + \frac{A_g}{A_r} \cdot \frac{1}{h_r}} (T_g - T_r)$$

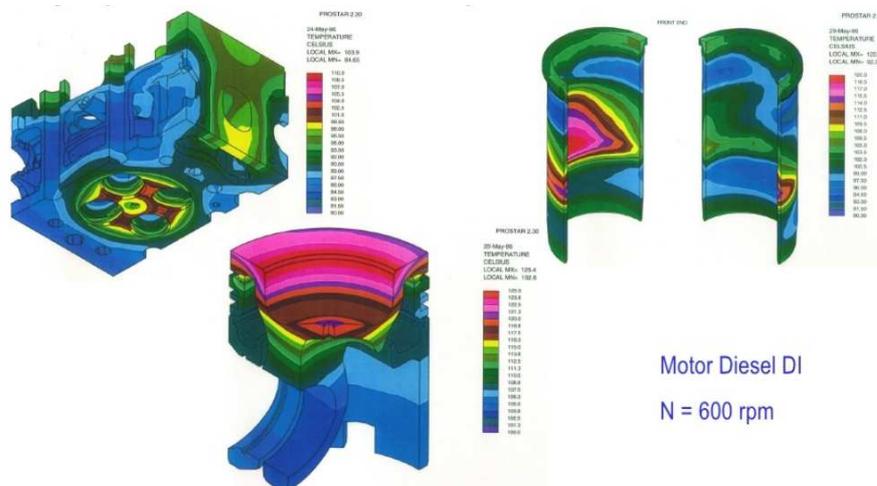
Temperaturas locales: 
$$T_{sg} = T_r + \frac{\frac{e}{k_w} + \frac{A_g}{A_r} \cdot \frac{1}{h_r}}{\frac{1}{h_g} + \frac{e}{k_w} + \frac{A_g}{A_r} \cdot \frac{1}{h_r}} (T_g - T_r)$$

Las tendencias que sufrirá nuestro sistema serán las siguientes:

	$Q/A_g$	$T_{sg} - T_{sr}$	$T_{sg}$	Aumenta
Aumenta el grado de carga	↑	↑	↑	$T_g$
Aumenta el régimen de giro	↑	↑	↑	$h_g$
Aumenta el diámetro del cilindro	↓	↑	↑	$e$

	$T_{sg}$	Observaciones
Punta del electrodo	Alta	Debido a los elevados valores de $e/k_w$
Cabeza del pistón	Alta	Debido a los elevados valores de $e/k_w$ (se reduce $T_{sg}$ empleando pistones de aleación ligera)
Válvula de escape	Alta	Debido a los elevados valores de $e/k_w$ y $h_g$

Como ejemplo, se muestran algunas fotografías de la distribución de temperaturas:



## 6.2 ECUACIONES SEMIEMPÍRICAS CALOR INSTANTÁNEO

Para ello se prescinde de la resolución espacial para cuantificar las pérdidas.

1. Ecuación de Woschni, es el flujo de calor transmitido por convección en un instante de tiempo:

$$\dot{Q}(\alpha) = h \cdot A \cdot (T_g - T_w)$$

$T_g$  depende sólo del tiempo (ángulo)

$T_w$  no depende del tiempo (puede variar localmente)

A superficie donde se mantienen los valores de T

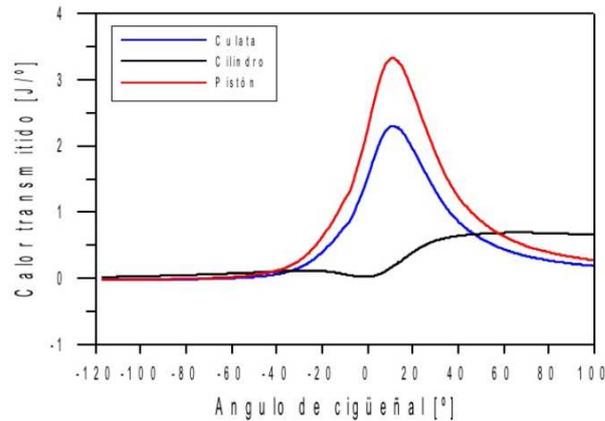
$h$  calculada de correlaciones semiempíricas del tipo:

$$Nu = K \cdot Re^a \quad \text{siendo} \quad Nu = \frac{h \cdot D}{k_g} \quad Re = \frac{\rho \cdot D \cdot v_g}{\mu_g}$$

Coefficiente de película:

$$h_g(\alpha) = 0.013 \cdot D^{-0.2} \cdot p^{0.8} \cdot T_g^{-0.53} \left[ C_1 \cdot c_m + C_2 \frac{V_d \cdot T_{CA}}{P_{CA} \cdot V_{CA}} (p - p_0) \right]^{0.8}$$

-Ejemplo:



2. Ec. de Taylor y Toong es válida para calcular la refrigeración cedida al refrigerante y se basa en la ecuación de tipo convectivo:

$$\dot{Q}_r = h_m \cdot A_p \cdot (T_g - T_r)$$

$A_p$  superficie del pistón

$T_g$  temperatura media del gas en un ciclo

$T_r$  temperatura media del refrigerante

$h_m$  coeficiente global de película obtenido de la correlación

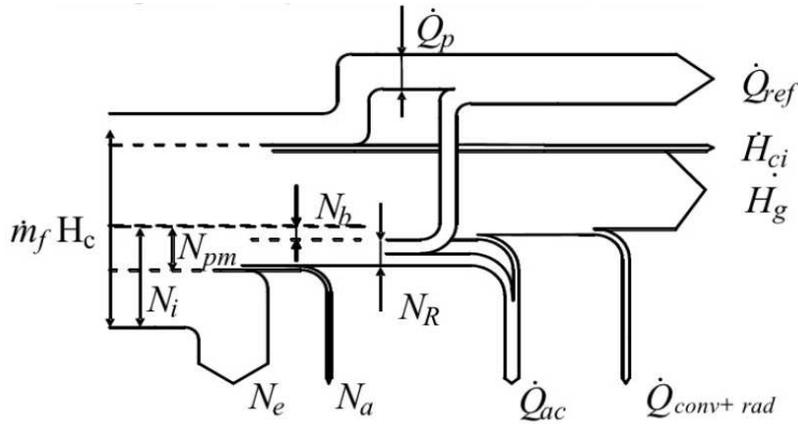
$$Nu = 10.4 Re^{0.75}$$

$$\left. \begin{array}{l} Nu = \frac{h_m \cdot D}{k_g} \\ Re = \frac{\dot{m} \cdot D}{A_p \cdot \mu} \end{array} \right\} \rightarrow \frac{h_m \cdot D}{k_g} = 10.4 \left( \frac{\dot{m} \cdot D}{A_p \cdot \mu} \right)^{0.75} \rightarrow h_m = 10.4 \frac{k_g}{\mu^{0.75}} \cdot c_m^{0.75} \cdot \rho^{0.75} \cdot D^{-0.25}$$

$$\dot{Q}_r = K \cdot \dot{m}^{0.75} \cdot D^{1.75} (T_g - T_r)$$

Sustituyendo:

En la siguiente imagen podemos ver un diagrama simplificado del balance térmico:



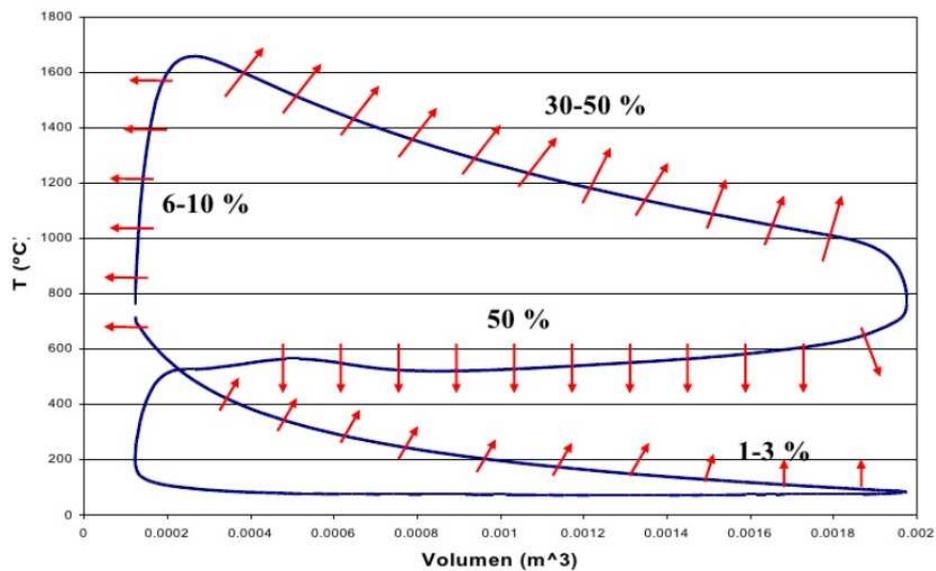
- $N_i$  : Potencia indicada
- $N_{pm}$  : Pot. de pérdidas mecánicas
- $N_b$  : bombeo
- $N_R$  : rozamiento
- $N_a$  : auxiliares
- $\dot{H}_g$  : Flujo de entalpía sensible de los gases de escape
- $\dot{H}_{ci}$  : Flujo de entalpía por combustión incompleta
- $\dot{Q}_p$  : Flujo de calor a las paredes

• Por zonas:

Culata	Pared del cilindro	Conductos de escape	otros
50-60%	8-22%	16-26%	2-6%

• Por proceso:

$N_e$	Compresión	Combustión	Expansión	Escape	$\dot{H}_g$
	1-3%	6-10%	30-50%	50%	
30%	50%			50%	40%



· Tendencia de  $Q_r$  y  $Q_r/N_e$ :

Variable a considerar	$Q_r$	$Q_r/N_e$
Aumento del diámetro del cilindro	↑	↓
Aumento del régimen	↑	↓
Aumento de la presión de admisión	↑	↓
Disminución de la temperatura de admisión	↓	↓
Aumento de la temperatura del refrigerante	↓	↓

- Para calcular  $\bar{h}_m$ :

$$\bar{h}_m = \frac{-c \cdot \rho \cdot V \left( \frac{dT}{dt} \right)}{A \cdot (T_f - T_i)}$$

Donde:

h = coef. De transferencia de calor  
 A = Área de superficie de contacto  
 $T_f$  = Temperatura media del cilindro  
 $T_i$  = Temperatura refrigerante en contacto  
 c = calor específico del material del cilindro  
 $\rho$  = densidad material del cilindro (bloque)  
 t = tiempo

Para el motor, construido en acero los datos son:

$$A_c = \pi \cdot D \cdot L = \pi \cdot 77 \cdot 10^{-3} \cdot 53,6 \cdot 10^{-3} = 0,012967 \text{ m}^2$$

$$T_{ci} = 800 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_r = 85 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c_{acero} = 0,44 \cdot 10^3 \text{ J/Kg }^\circ\text{C}$$

$$\rho_{acero} = 7800 \text{ Kg/m}^3$$

$$V = 250 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$t = \text{despreciamos}$$

$$\bar{h}_{m_{acero}} = \frac{-0,44 \cdot 10^3 \cdot 7800 \cdot 250 \cdot 10^{-6}}{0,012967 \cdot (800 - 85)} = 92,54 \text{ J/m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{ }^\circ\text{C}$$

Para el radiador, construido en aluminio los datos son:

$$A_c = \pi \cdot D \cdot L = \pi \cdot 77 \cdot 10^{-3} \cdot 53,6 \cdot 10^{-3} = 0,012967 \text{ m}^2$$

$$T_{ci} = 800 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_r = 85 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c_{aluminio} = 0,92 \cdot 10^3 \text{ J/Kg }^\circ\text{C}$$

$$\rho_{aluminio} = 2698,4 \text{ Kg/m}^3$$

$$V = 250 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$t = \text{despreciamos}$$

$$\bar{h}_{m_{acero}} = \frac{-0,92 \cdot 10^3 \cdot 2698,4 \cdot 250 \cdot 10^{-6}}{0,012967 \cdot (800 - 85)} = 66,94 \text{ J/m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{ }^\circ\text{C}$$

Entonces igualamos de la ecuación anterior del calor cedido al refrigerante y obtengo que:

$$\text{Ec. 1} \quad \dot{Q}_r = h_m \cdot A_p \cdot (T_g - T_r) = 92,54 \cdot \frac{\pi(77 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot (800 - 90) = 305,9 \text{ J/s}$$

A partir de la fórmula de la convección, para calcular la superficie de contacto con el radiador en contacto con el refrigerante:

$$\text{Ec. 2} \quad A_r = \frac{\dot{Q}}{h_r \cdot (T_{sr} - T_r)} = \frac{305,9}{66,94 \cdot (80 - 25)} = 0,04078 \text{ m}^2 = 407,8 \text{ cm}^2$$

Teniendo en cuenta lo que hemos descrito al principio de este apartado, que las dimensiones del radiador montado de serie en la moto original, suman entre las dos partes una superficie de 576,96 cm<sup>2</sup>, repito que se trata de una moto de velocidad y no de monte, aprobaremos dicho resultado a la hora de la obtención de nuestro radiador.



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

**SISTEMA DE ADMISIÓN, REFRIGERACIÓN Y ESCAPE EN UNA MOTO  
DE COMPETICIÓN**

**PLANOS**

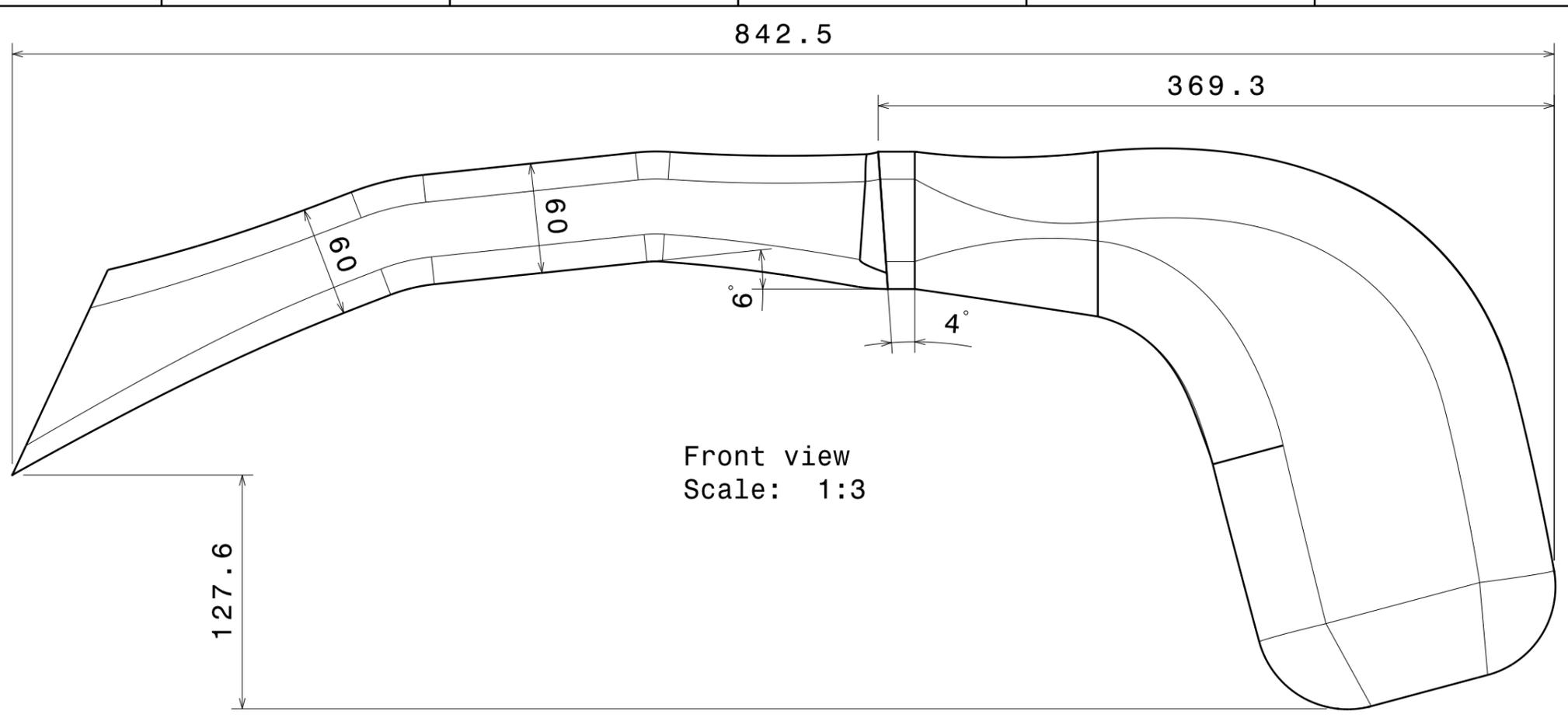
Gerardo Herce Gil de Muro  
Pedro M<sup>a</sup> Diéguez Elizondo

Pamplona, a 08 de noviembre de 2012

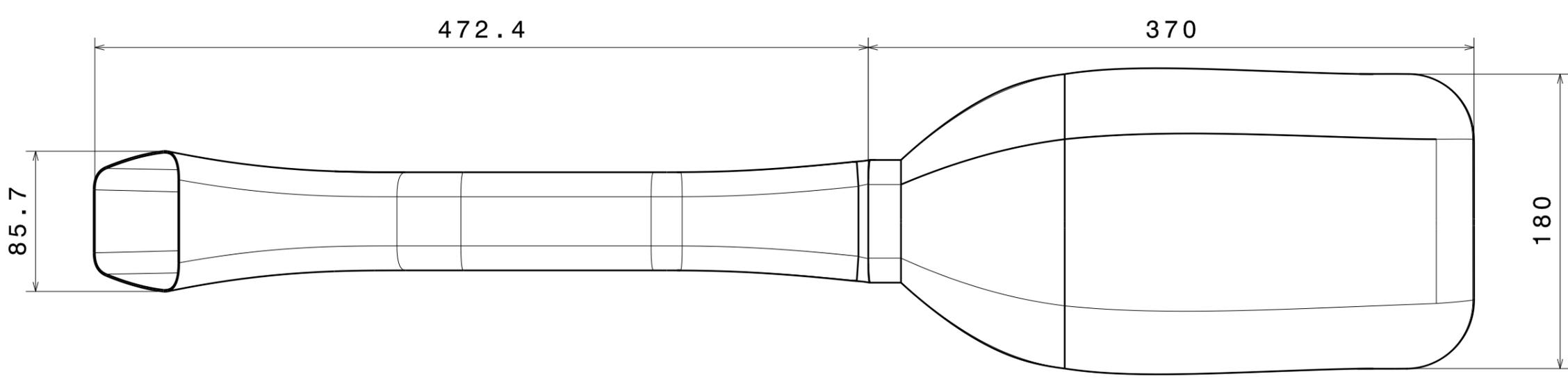
## **1. ÍNDICE**

---

- 1. CONJUNTO ADMISIÓN**
- 2. AIRBOX**
- 3. CONDUCTO ADMISIÓN**
- 4. POSICIÓN RESPECTO MOTOR-CHASIS**
- 5. CONJUNTO ESCAPE**
- 6. COLECTOR**
- 7. CONO EMPALME**
- 8. SILENCIOSO**
- 9. DESARROLLO CONO**
- 10. POSICIÓN ESCAPE RESPECTO MOTOR-CHASIS**
- 11. RADIADOR**
- 12. POSICIÓN RADIDADOR**
- 13. CONJUNTO DE SISTEMAS**

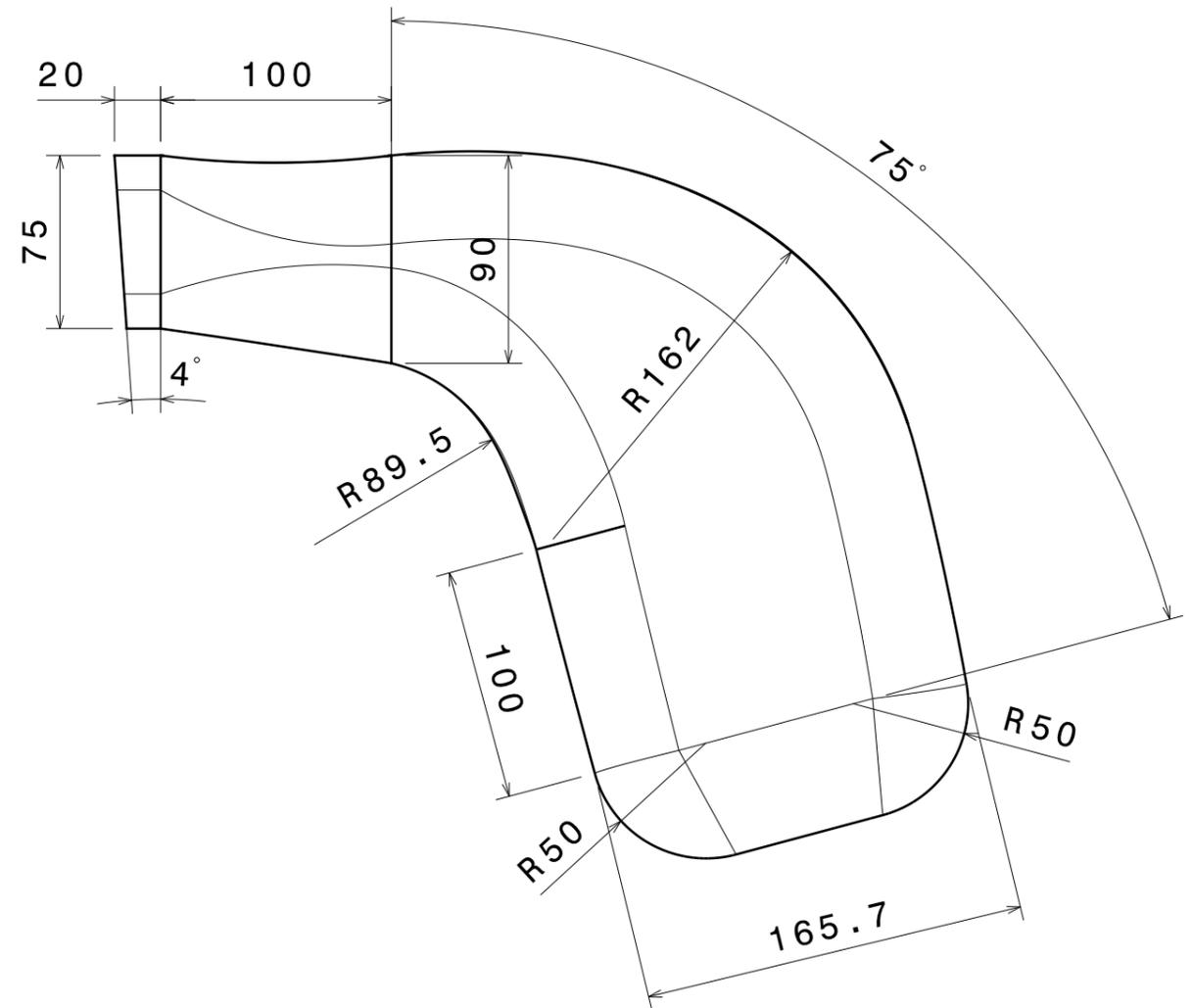


Front view  
Scale: 1:3

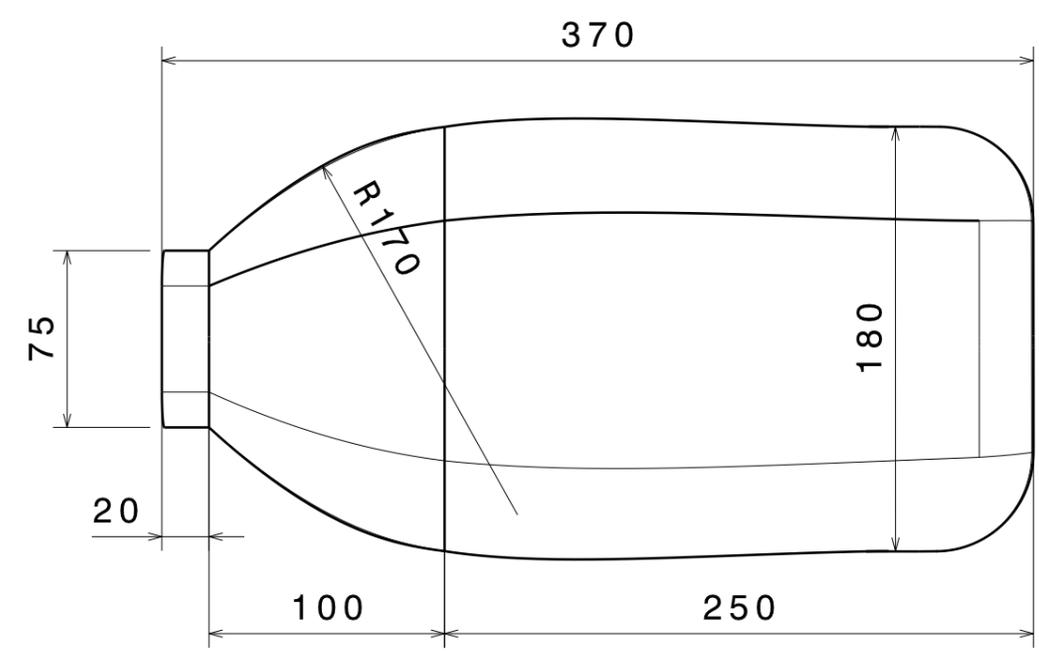
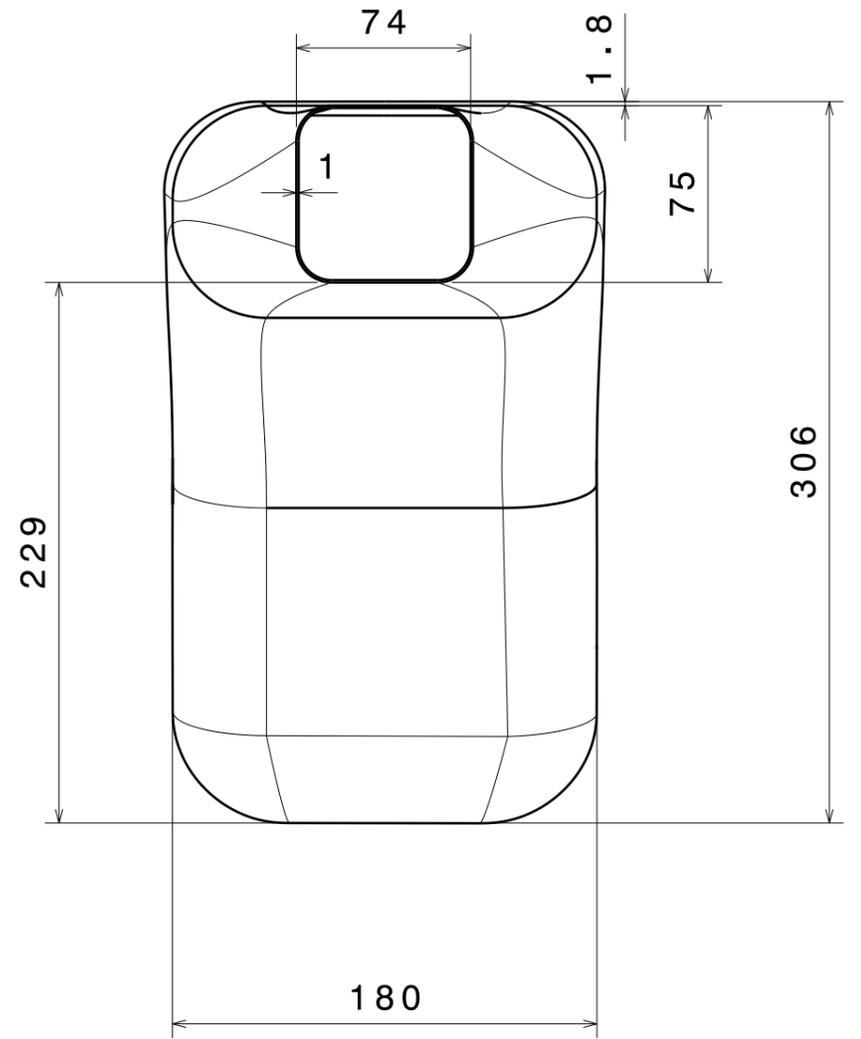


Top view  
Scale: 1:3

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T		ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		HERCE GIL, GERARDO		
PROYECTO	MOTOSTUDENT		FIRMA	REVISADO	APROBADO
PLANO	CONJUNTO ADMISIÓN		FECHA	ESCALA	Nº PLANO
			7/11	1:3	1

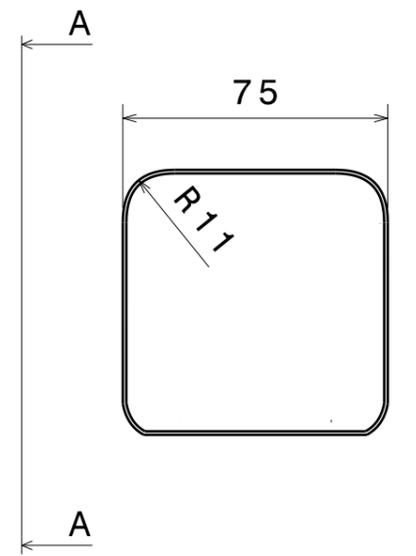
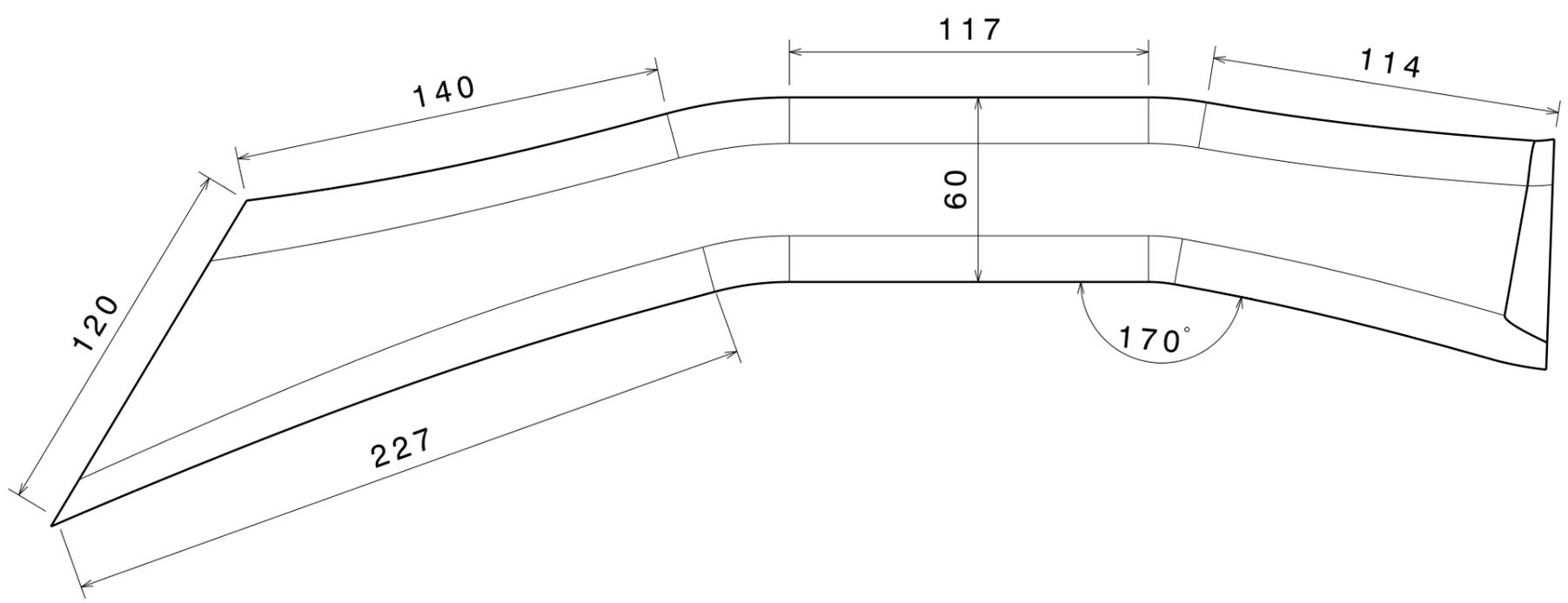
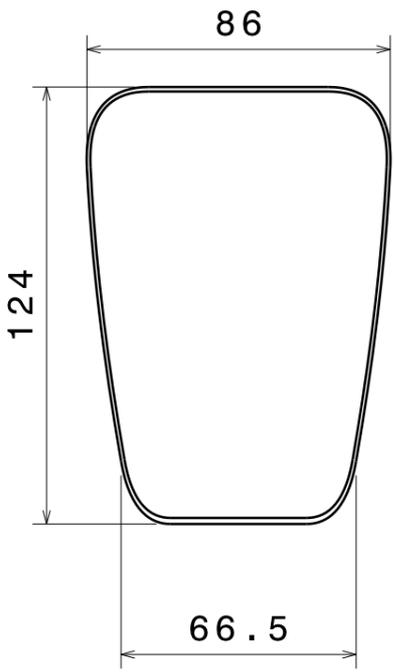


ESPESOR DE PAREDES 1mm

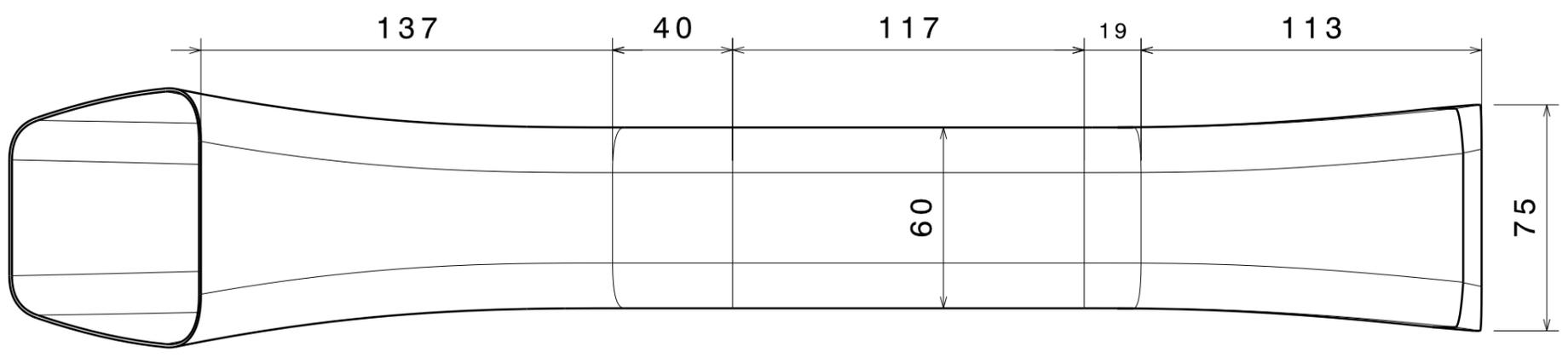


RADIOS NO ACOTADOS 50mm

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN		
	PROYECTO <b>MOTOSTUDENT</b>		HERCE GIL, GERARDO		
PLANO <b>AIRBOX</b>		FIRMA	REVISADO	APROBADO	
		FECHA <b>7/11</b>	ESCALA <b>1:3</b>	Nº PLANO <b>2</b>	

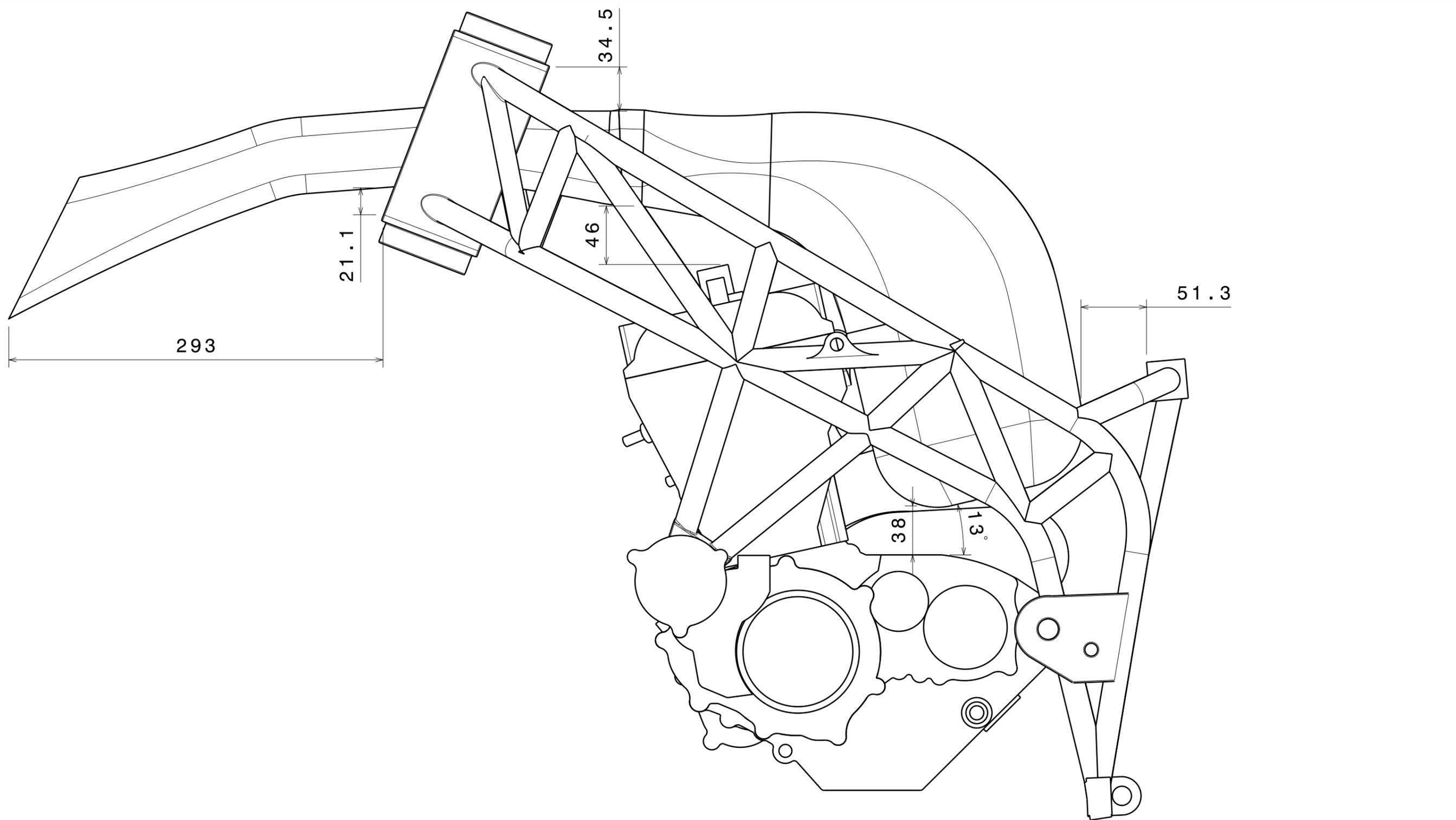


Auxiliary view A  
Scale: 1:2



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T</b>	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN										
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	HERCE GIL, GERARDO										
PROYECTO <b>MOTOSTUDENT</b>	<table border="1"> <tr> <td>FIRMA</td> <td>REVISADO</td> <td colspan="2">APROBADO</td> </tr> <tr> <td>FECHA 7/11</td> <td>ESCALA 1:2</td> <td colspan="2">Nº PLANO 3</td> </tr> </table>				FIRMA	REVISADO	APROBADO		FECHA 7/11	ESCALA 1:2	Nº PLANO 3	
FIRMA	REVISADO	APROBADO										
FECHA 7/11	ESCALA 1:2	Nº PLANO 3										
PLANO <b>CONDUCTO ADMISIÓN</b>												

H G F E D C B A



4

4

3

3

2

2

1

1

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T</b>		ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		HERCE GIL, GERARDO	
PROYECTO <b>MOTOSTUDENT</b>			FIRMA	REVISADO
PLANO <b>POSICIÓN ADMISIÓN EN MOTOR-CHASIS</b>			FECHA <b>7/11</b>	APROBADO
			ESCALA <b>1:3</b>	Nº PLANO <b>4</b>

H G B A

H G F E D C B A

4

3

2

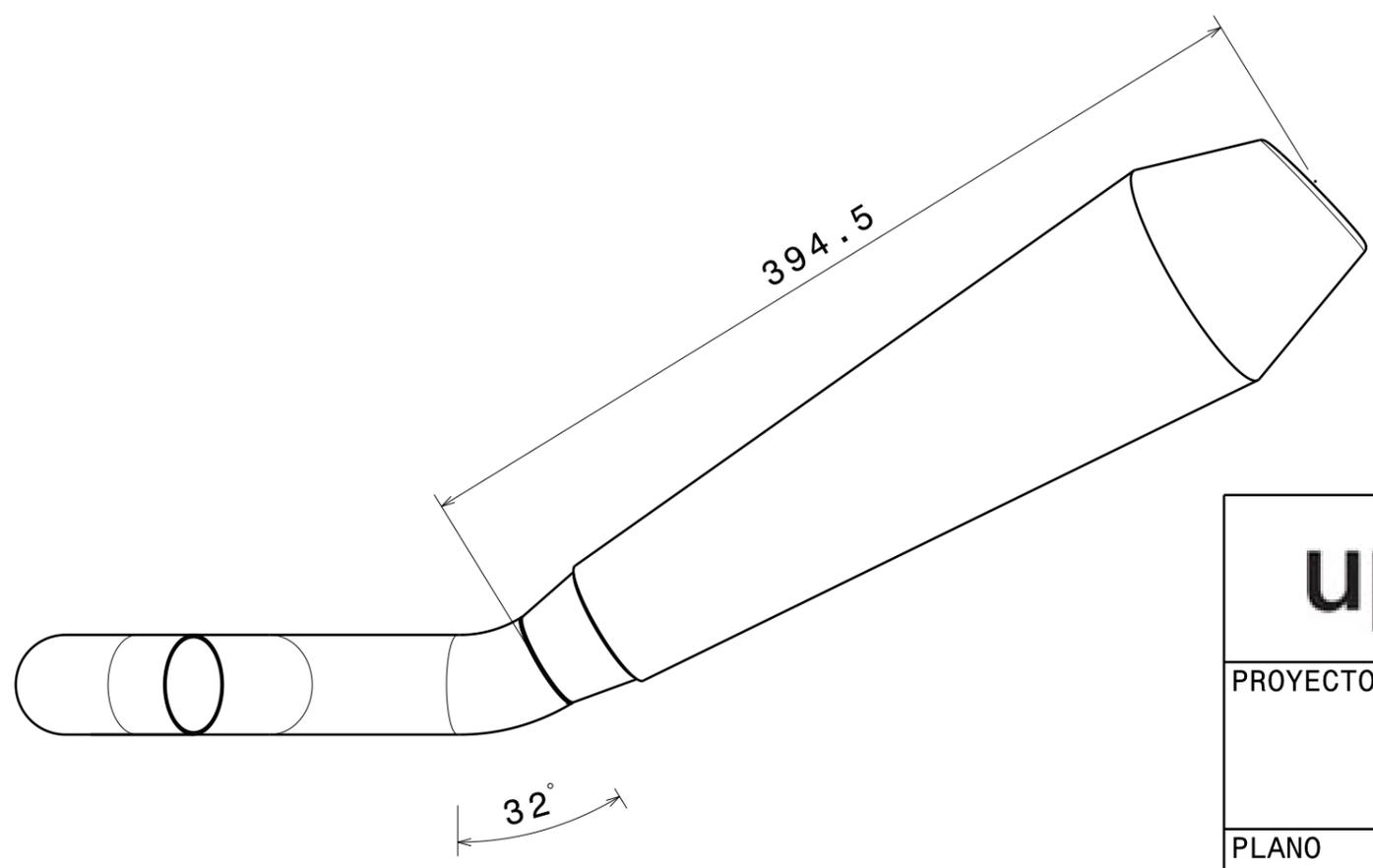
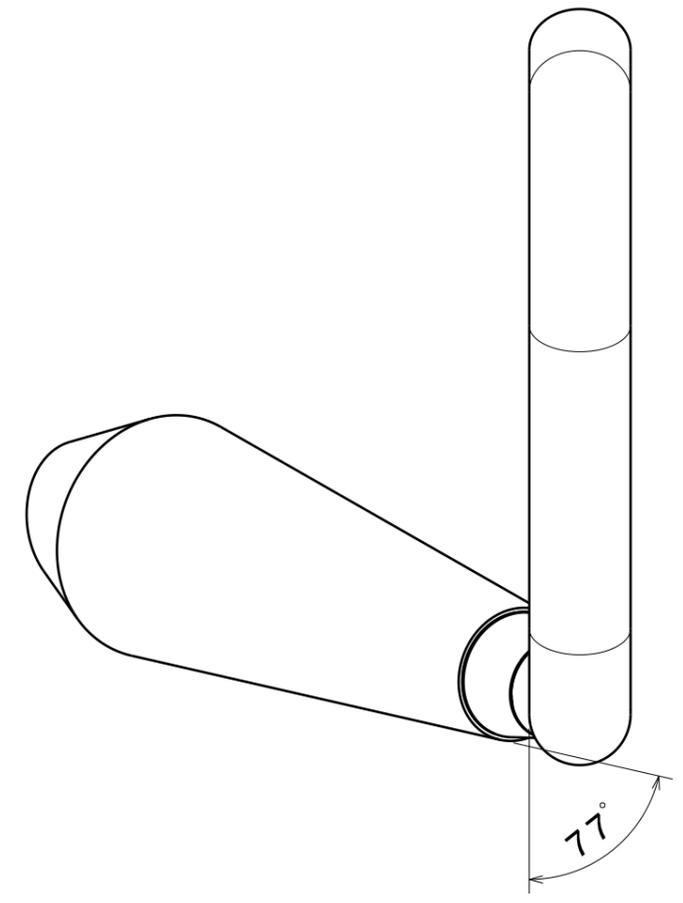
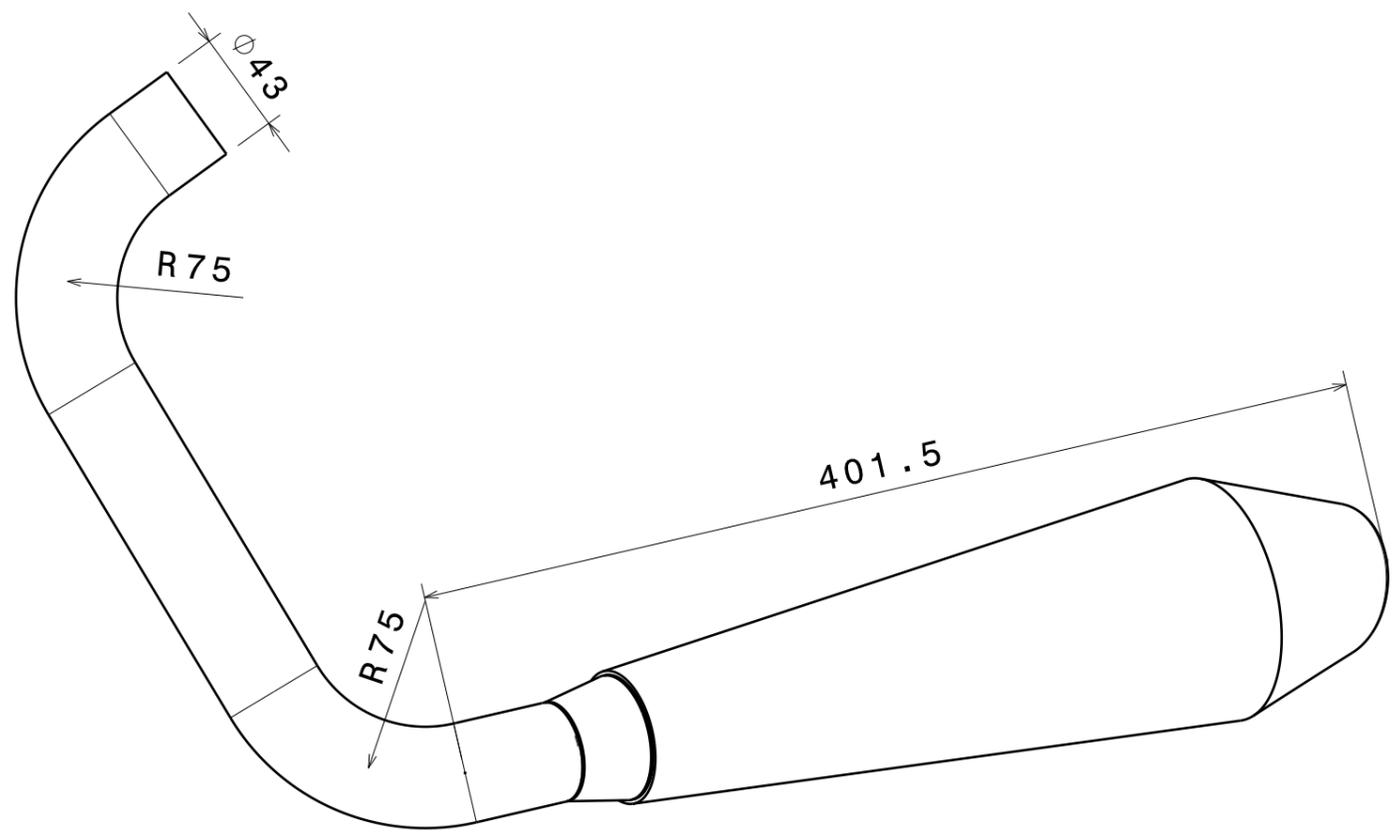
1

4

3

2

1



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	HERCE GIL, GERARDO		
PROYECTO <b>MOTOSTUDENT</b>	FIRMA	REVISADO	APROBADO	
PLANO <b>CONJUNTO ESCAPE</b>	FECHA 7/11	ESCALA 1:1	Nº PLANO 5	

H G B A

H G F E D C B A

4

3

2

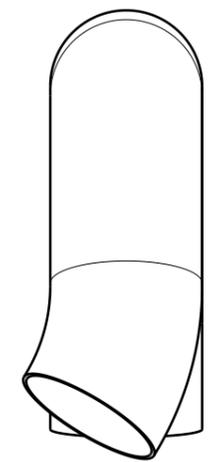
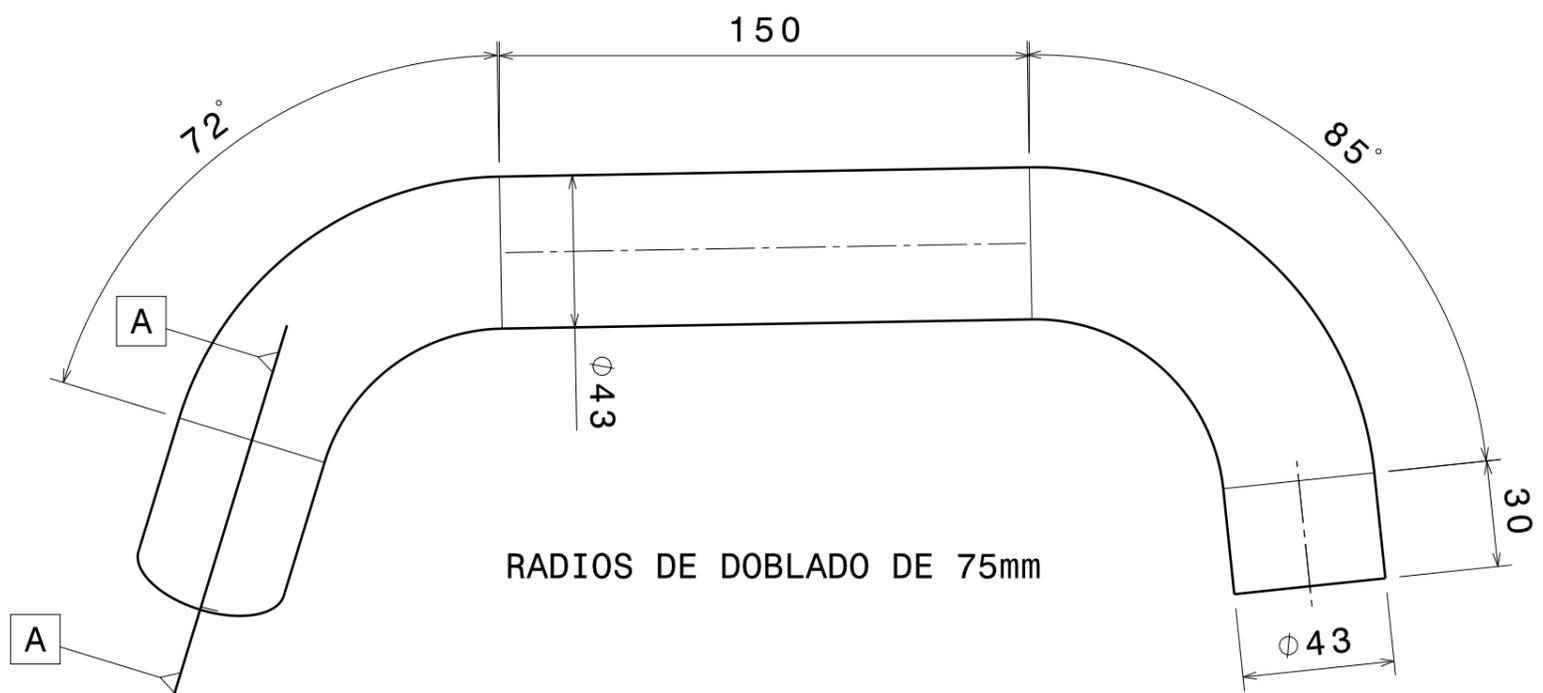
1

4

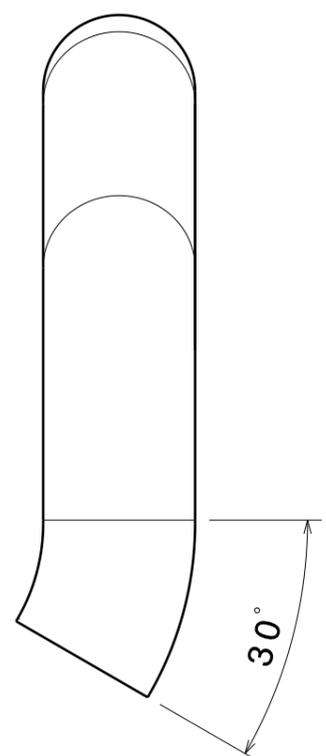
3

2

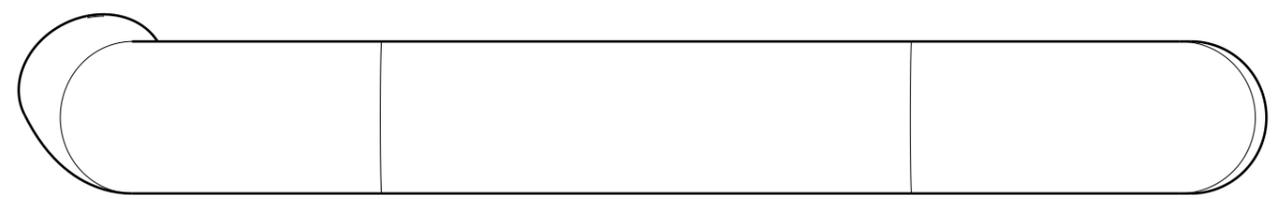
1



Left view  
Scale: 1:2



VISTA A-A



Top view  
Scale: 1:2

 upna Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN		
	PROYECTO MOTOSTUDENT		HERCE GIL, GERARDO		
PLANO COLECTOR DE ESCAPE		FIRMA	REVISADO	APROBADO	
		FECHA 7/11	ESCALA 1:2	Nº PLANO 6	

H G B A

D

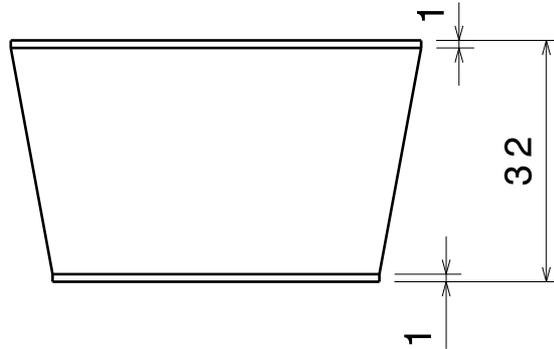
C

B

A

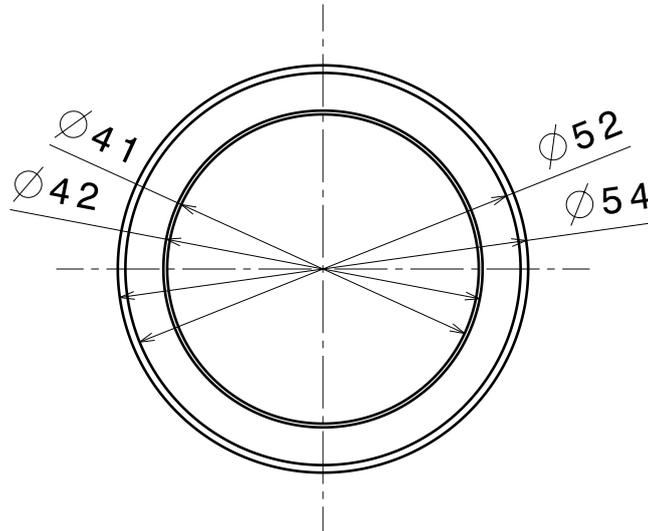
4

4



3

3



2

2



E.T.S.I.I.T

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO

TITULO DEL PROYECTO

HERCE GIL, GERARDO

FIRMA

PLANO



CONO EMPALME ESCAPE

FECHA  
7/11

ESCALA  
1:1

Nº PLANO  
7

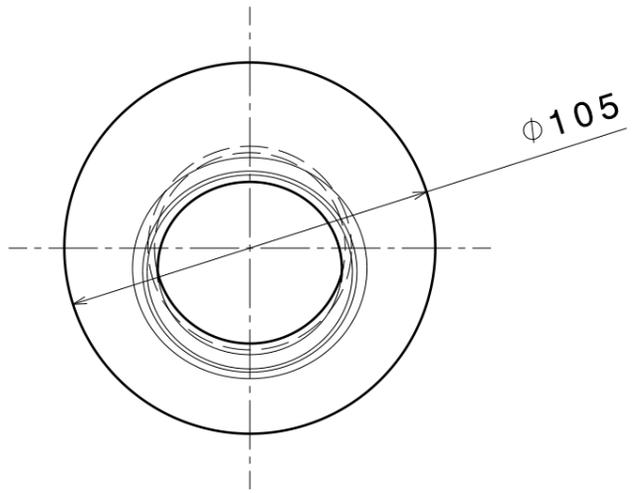
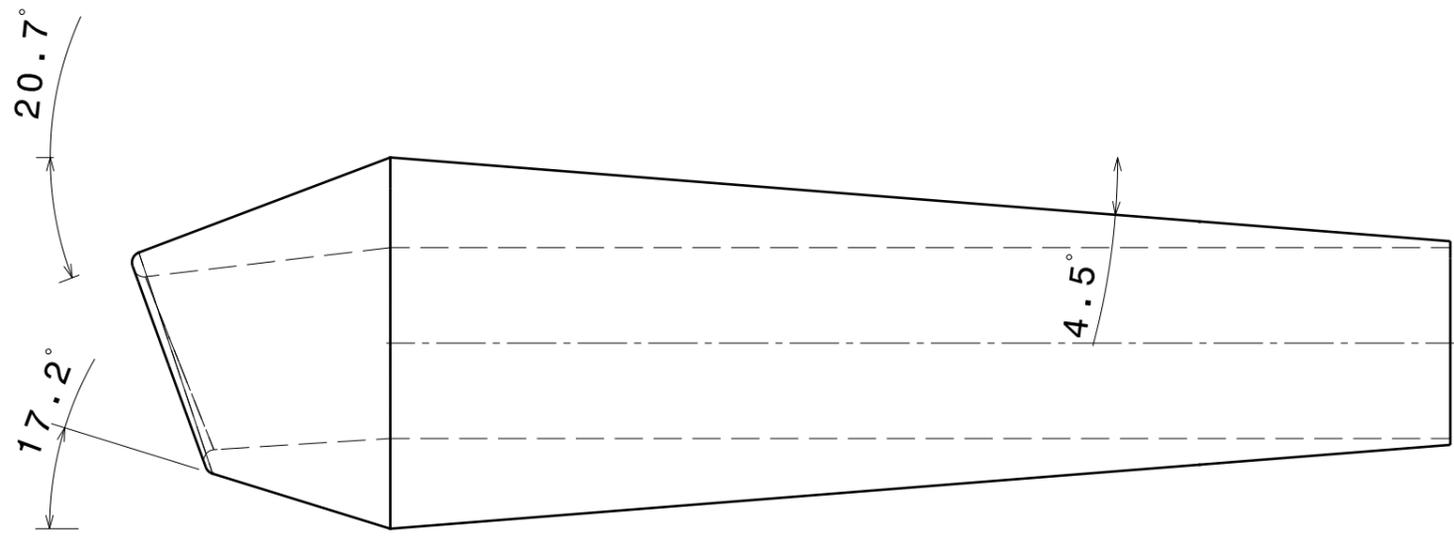
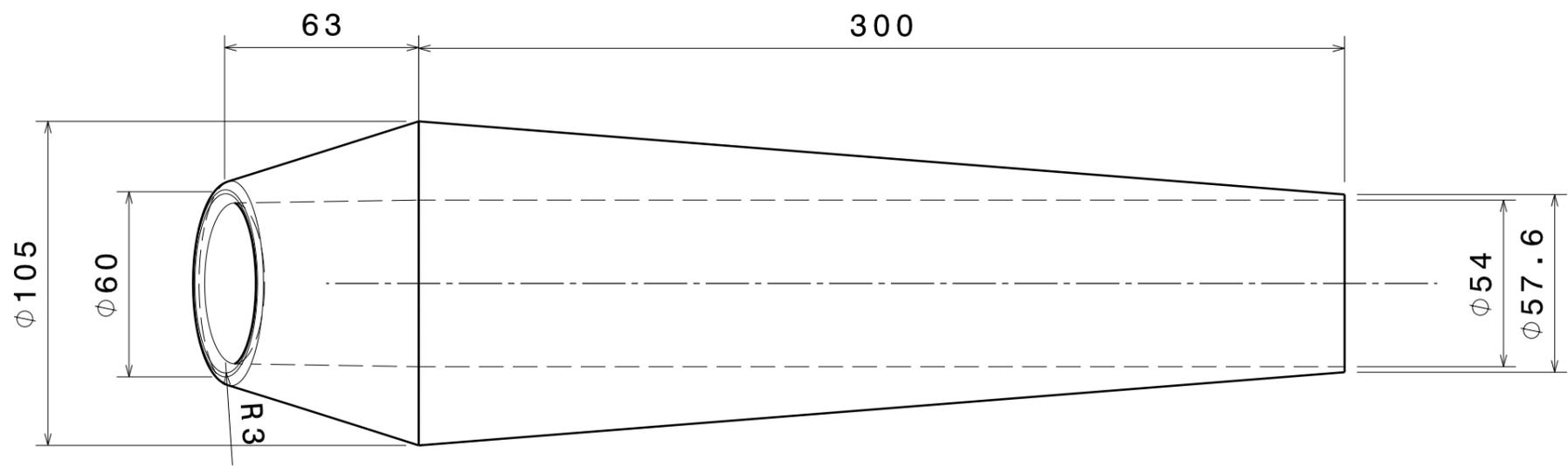
Todos los derechos reservados  
Eskubide guztiak erreserbatu dira

D

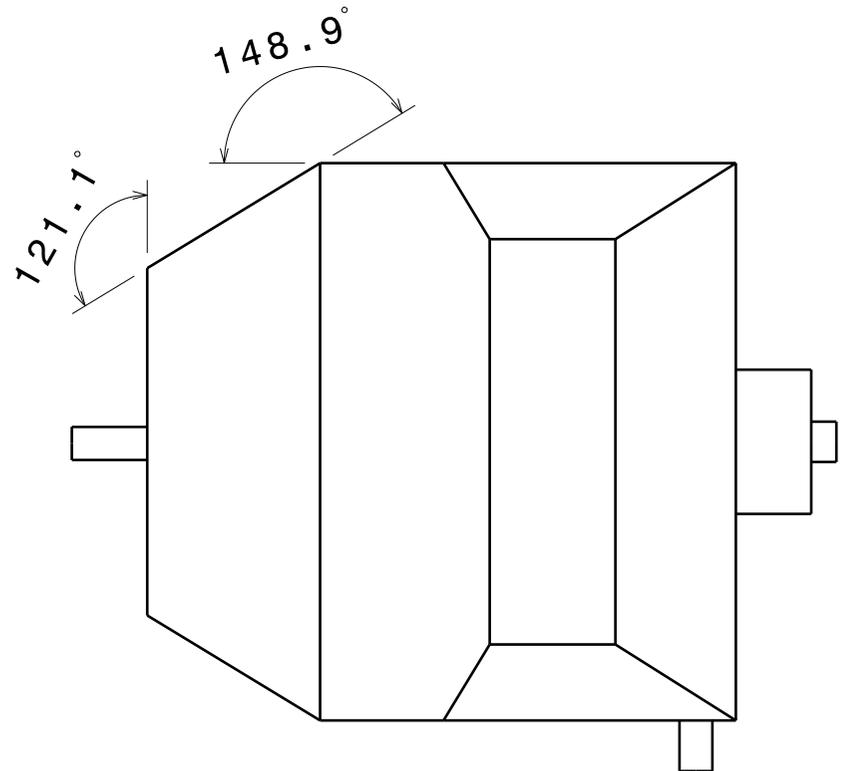
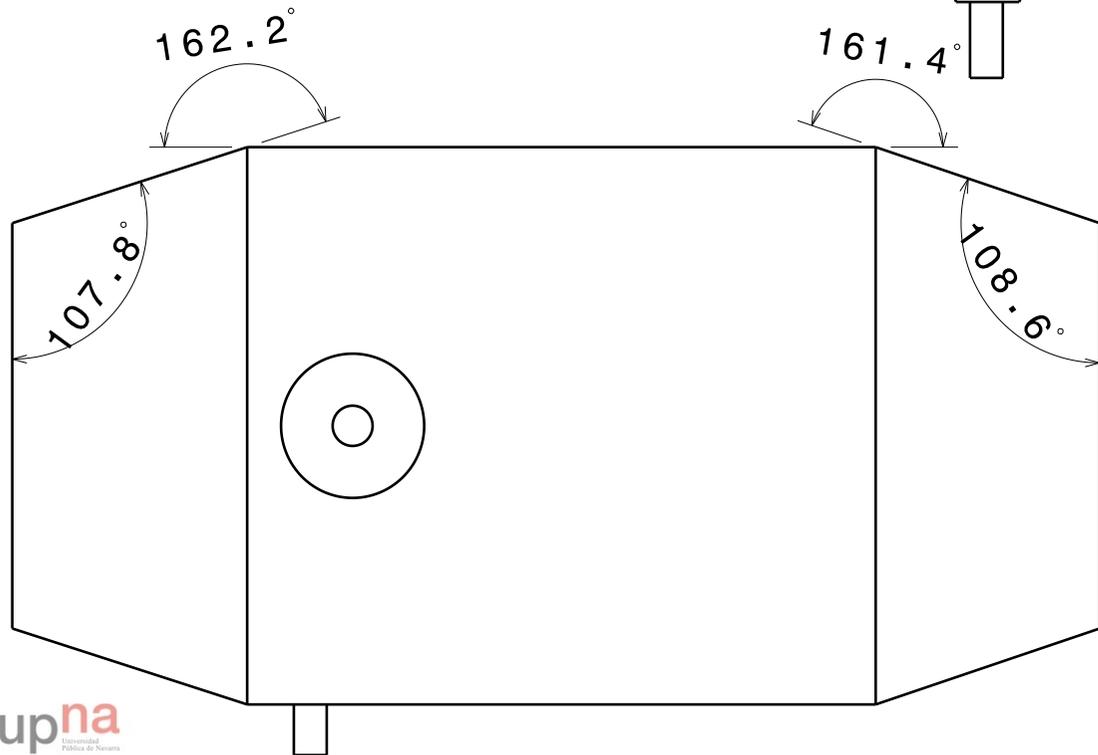
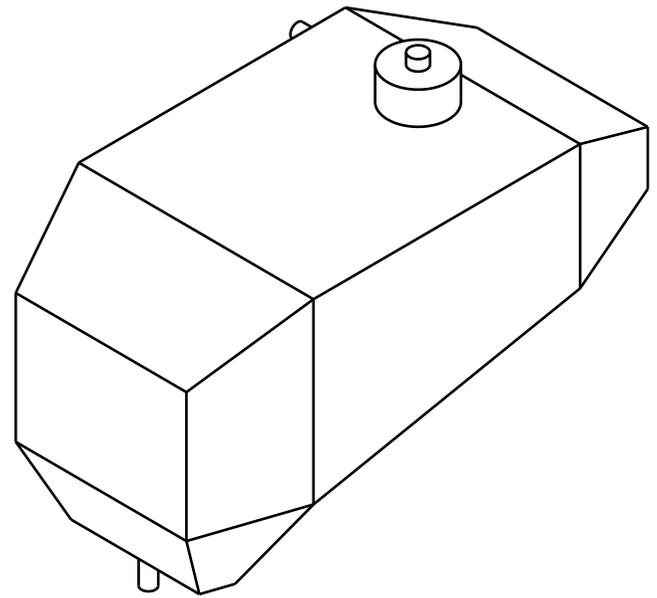
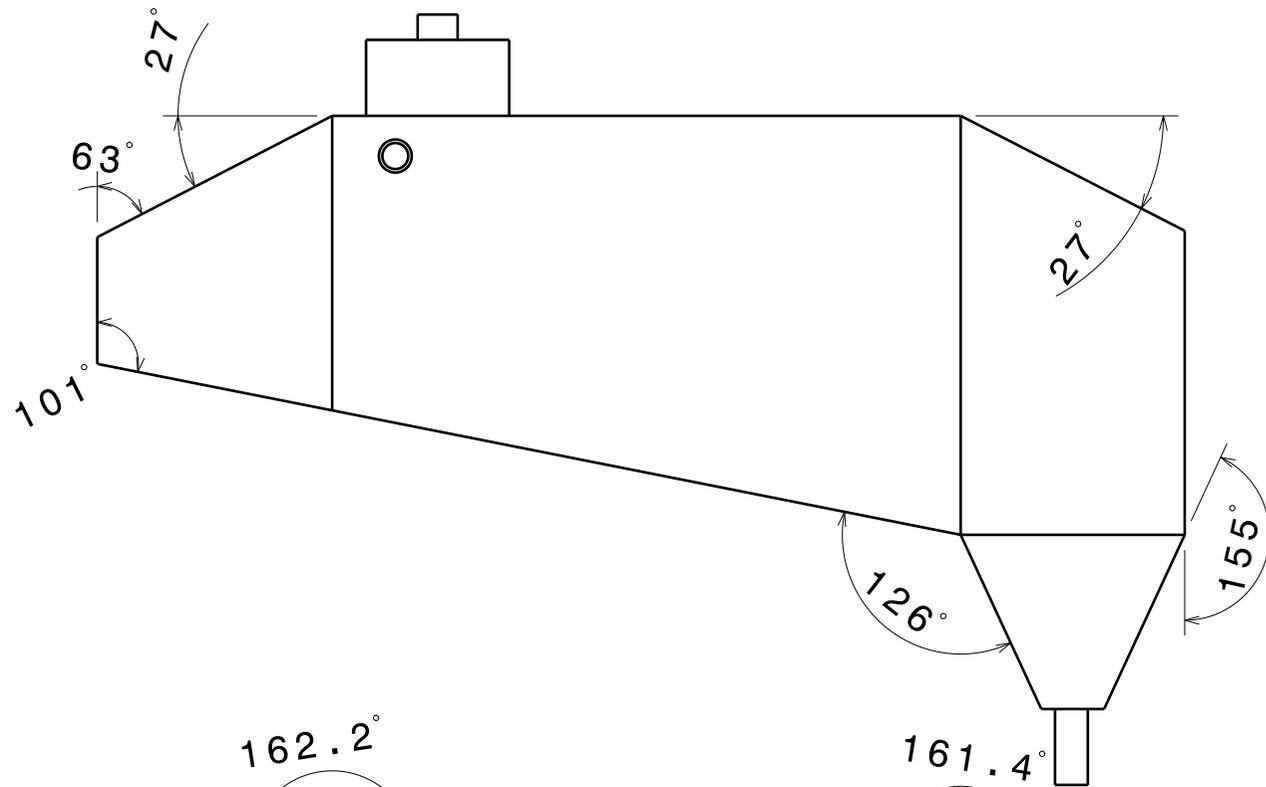
A

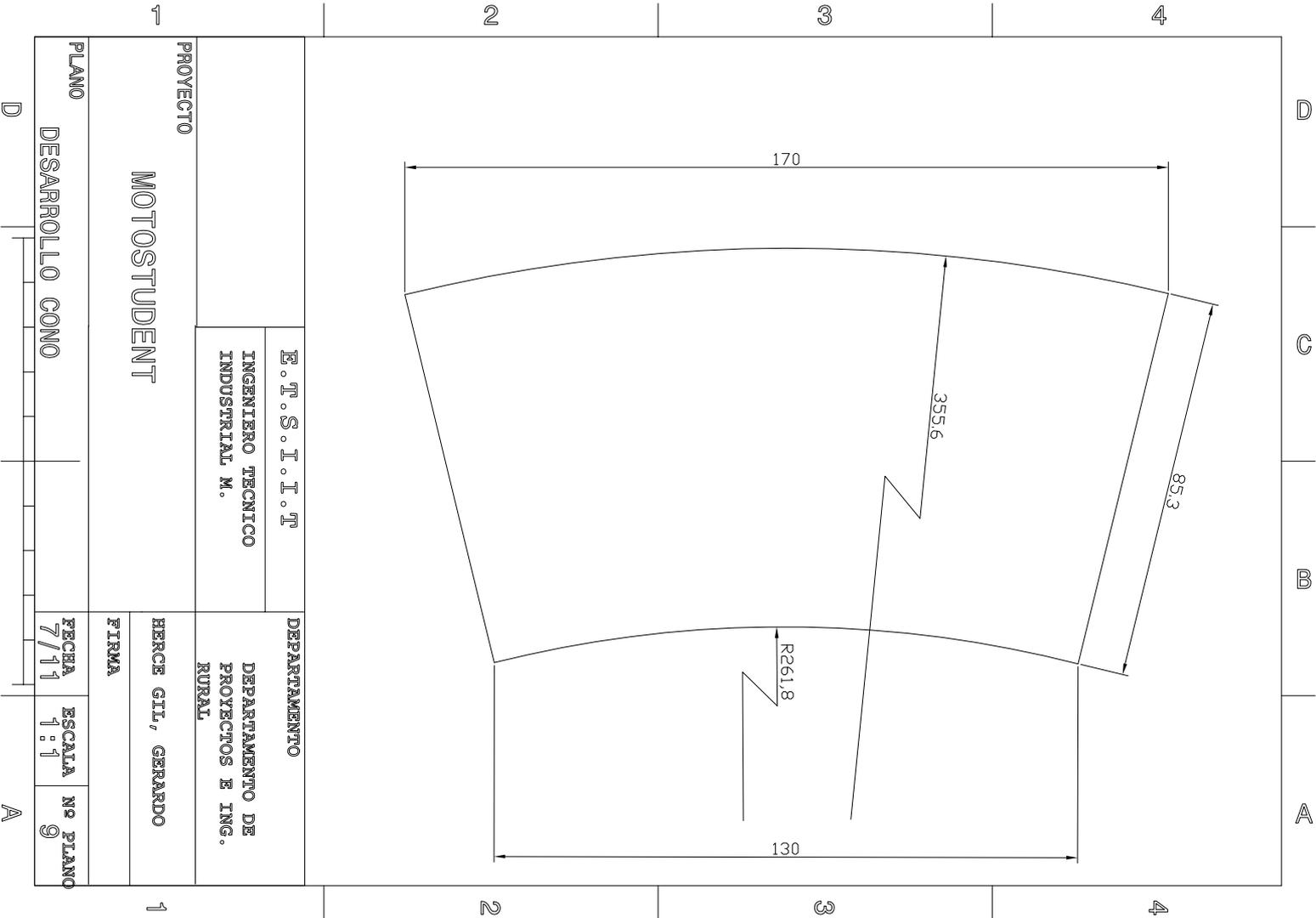
1

1

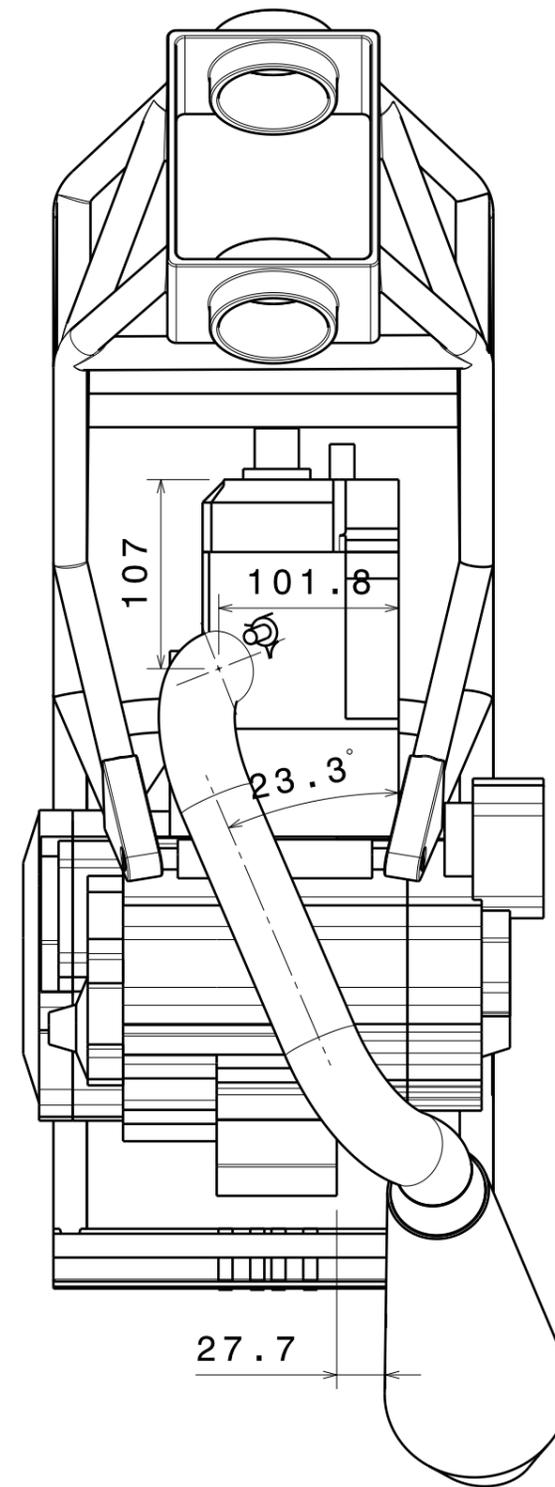
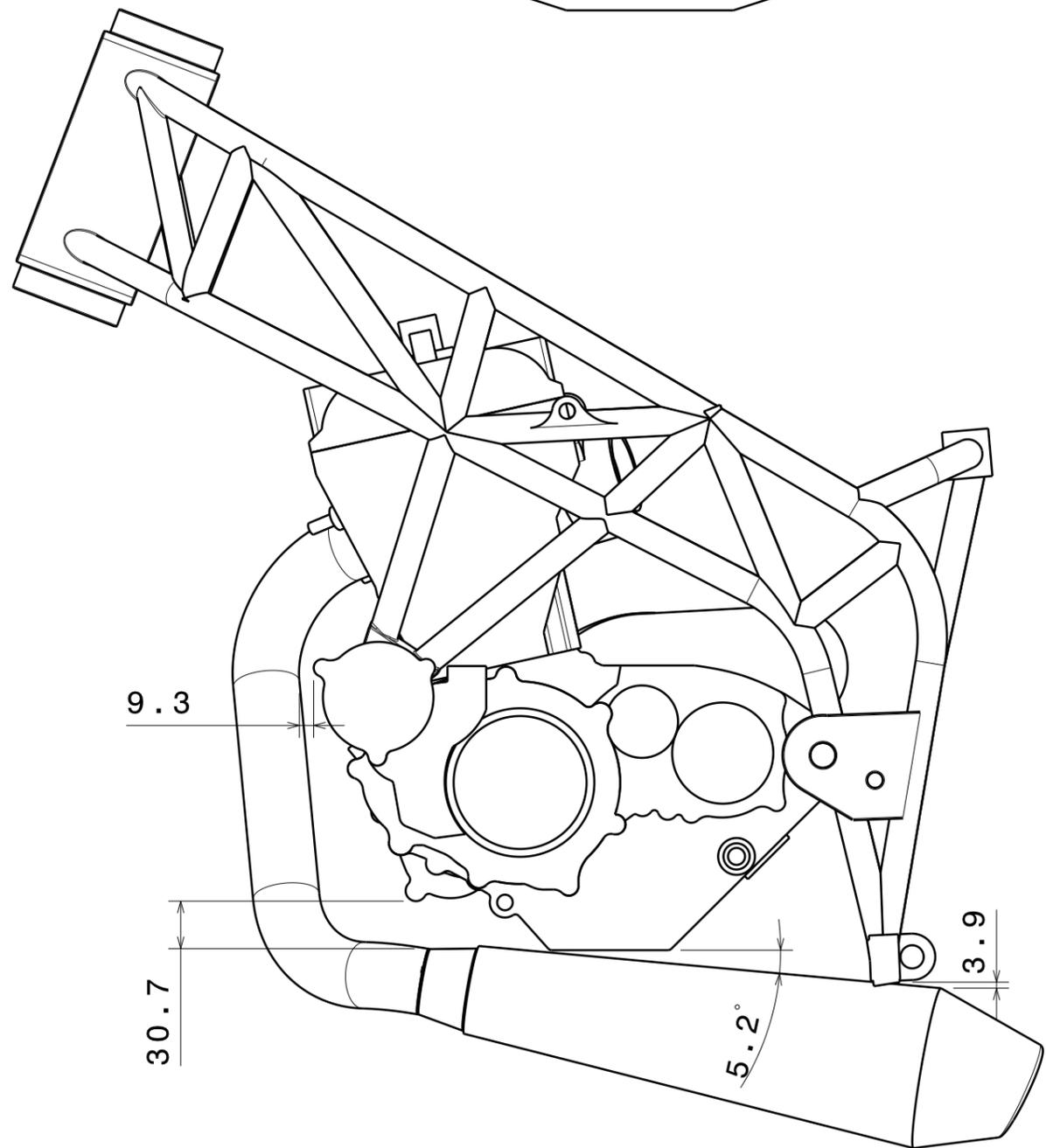
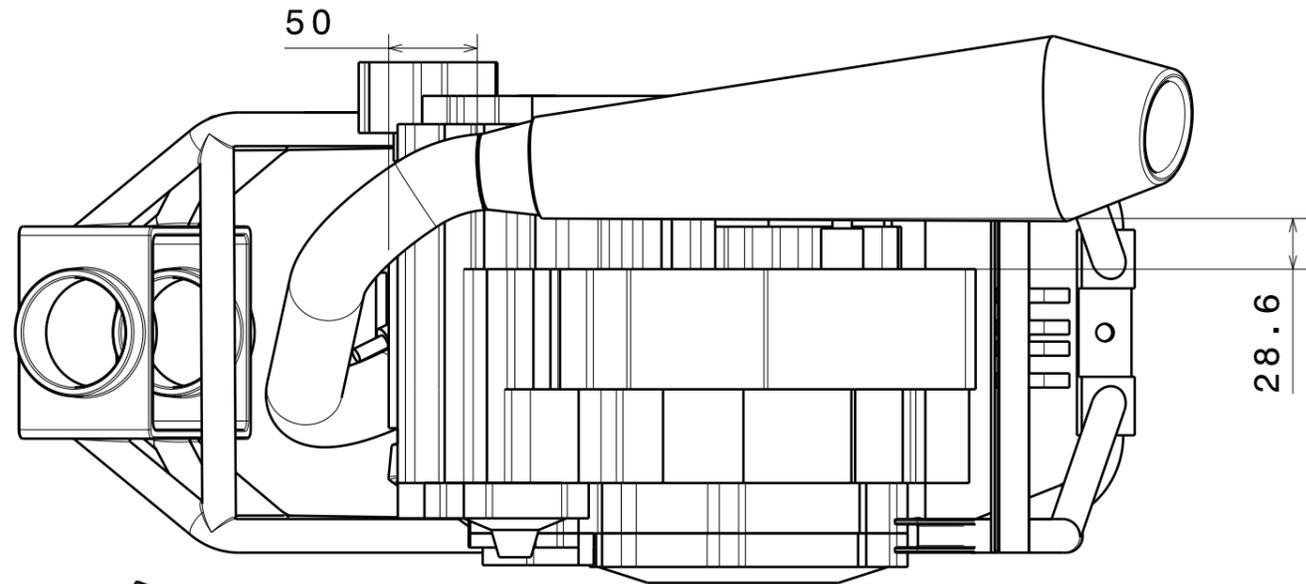


 <b>upna</b> Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T</b>	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	HERCE GIL, GERARDO		
PROYECTO <b>MOTOSTUDENT</b>	FIRMA      REVISADO      APROBADO			
PLANO <b>SILENCIOSO ESCAPE</b>	FECHA <b>7/11</b>	ESCALA <b>1:2</b>	Nº PLANO <b>8</b>	





PROYECTO	E.T.S.O.T.I.T		DEPARTAMENTO	
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
MOTOSTUDENT			HERCE GIL, GERARDO	
FIRMA			FIRMA	
PLANO	DESARROLLO CONO	FECHA	ESCALA	Nº PLANO
		7/11	1:1	9



E.T.S.I.I.T

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

PROYECTO

MOTOSTUDENT

HERCE GIL, GERARDO

FIRMA	REVISADO	APROBADO
-------	----------	----------

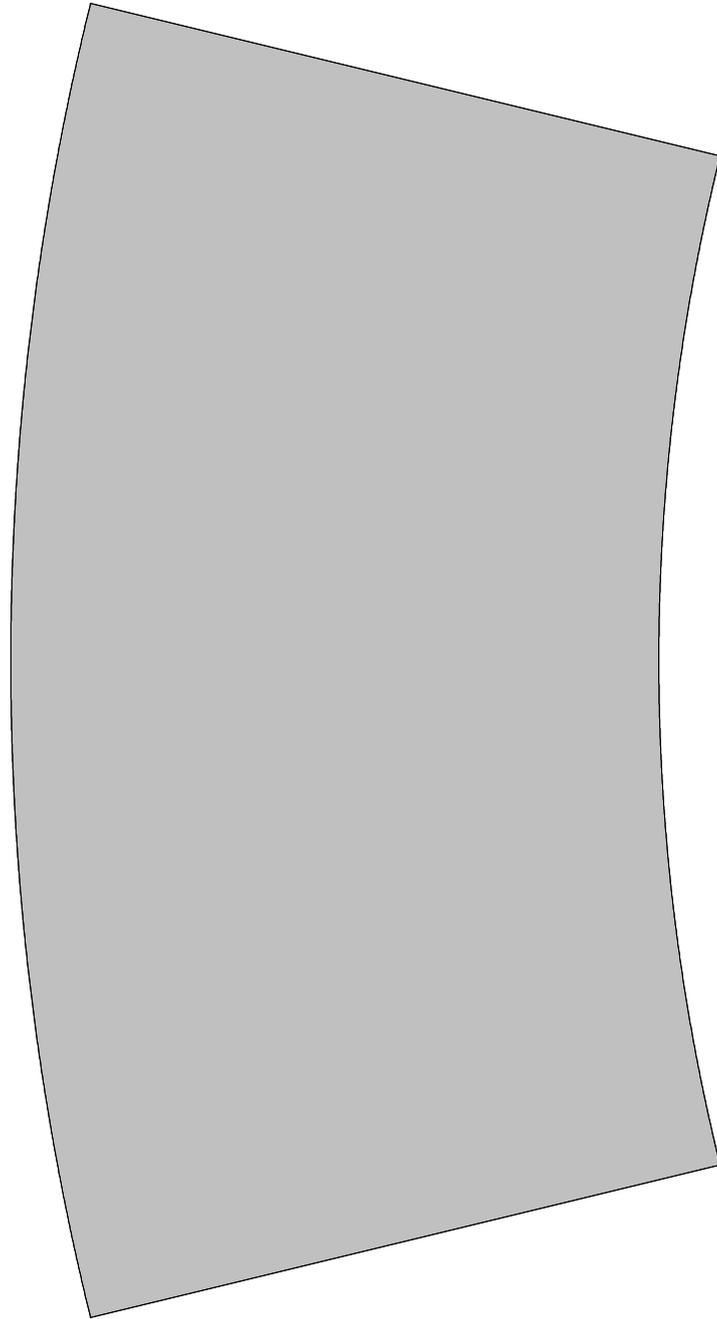
PLANO

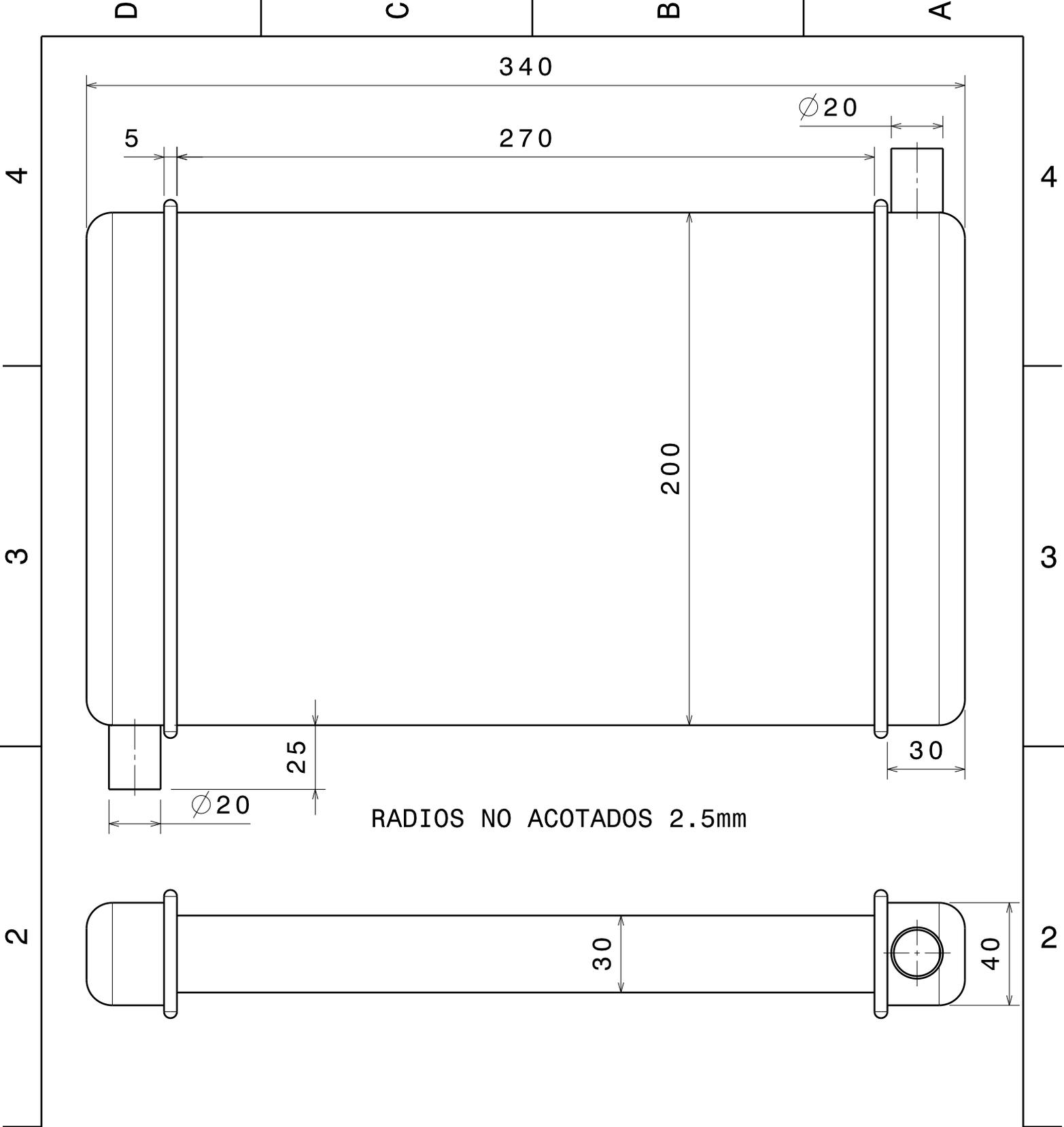
POSICIÓN ESCAPE RESPECTO MOTOR-CHASIS

FECHA	ESCALA	Nº PLANO
7/11	1:4	10



Todos los derechos reservados  
Eskubide guztiak erresalbatu dira





E.T.S.I.I.T

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO

MOTOSTUDENT

HERCE GIL, GERARDO

FIRMA

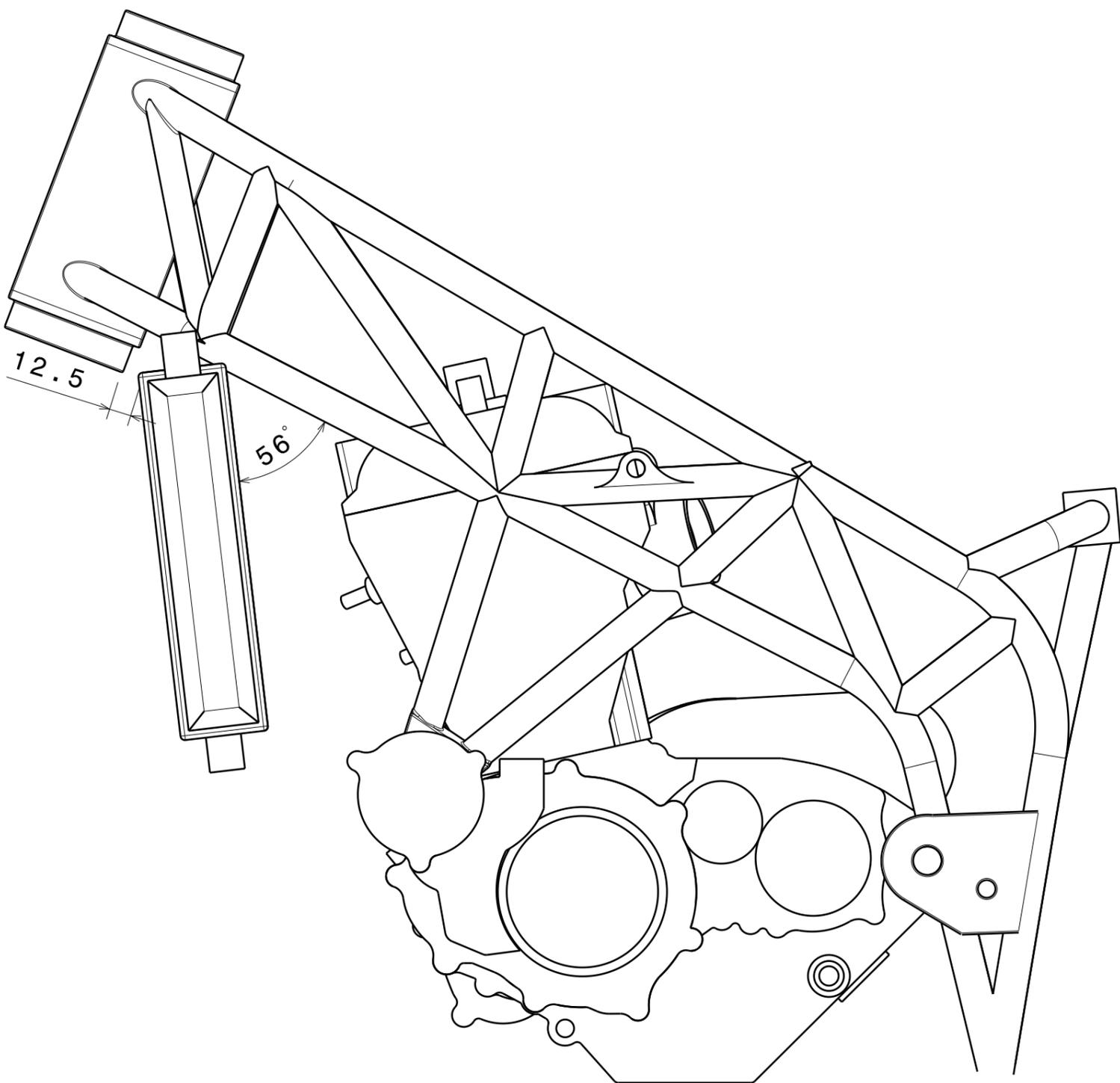
PLANO

upna RADIADOR

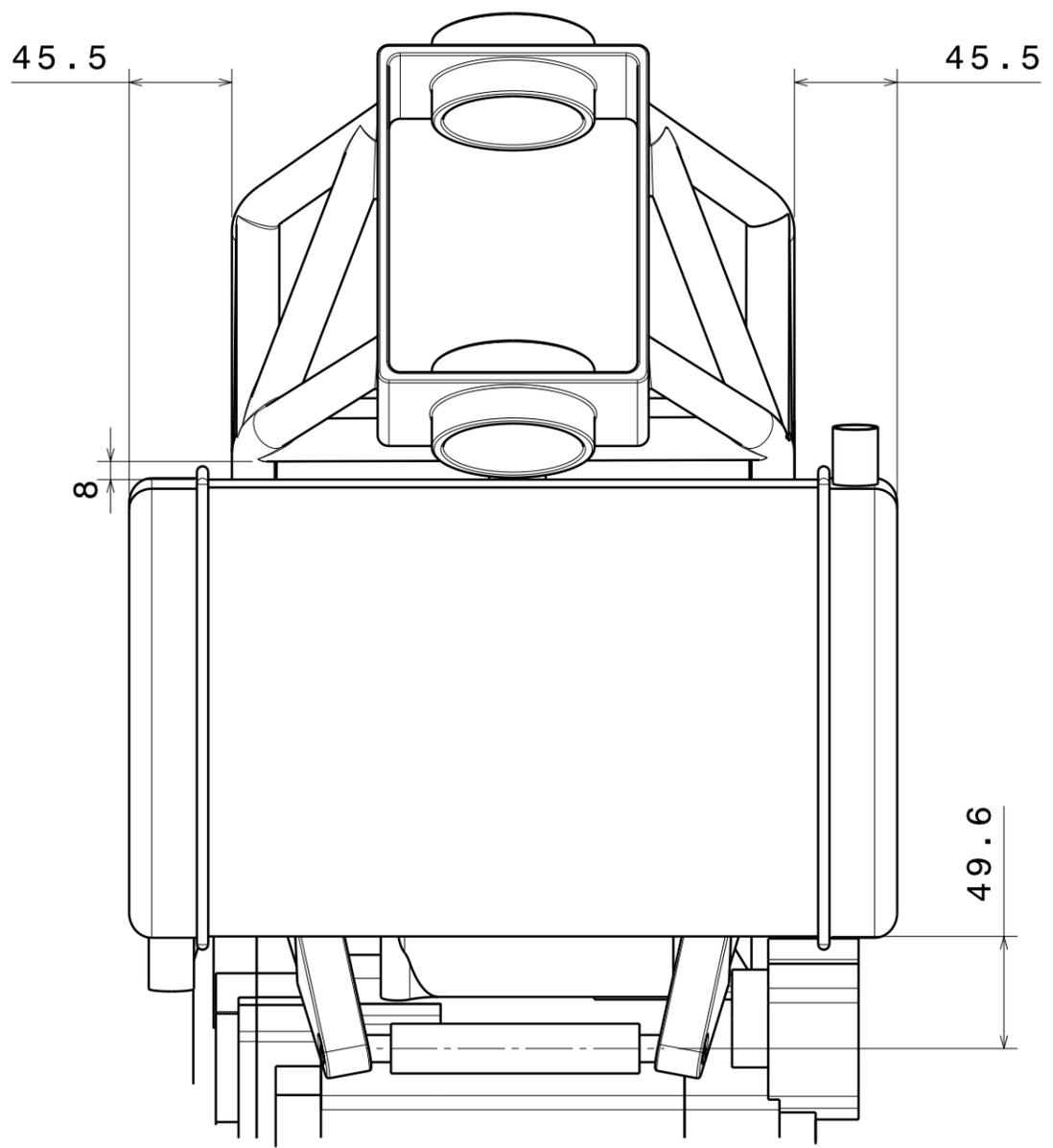
FECHA  
7/11

ESCALA  
1:2

Nº PLANO  
11



Front view  
Scale: 1:3



E.T.S.I.I.T

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.

Left view  
Scale: 1:3

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

PROYECTO

MOTOSTUDENT

HERCE GIL, GERARDO

FIRMA	REVISADO	APROBADO
-------	----------	----------

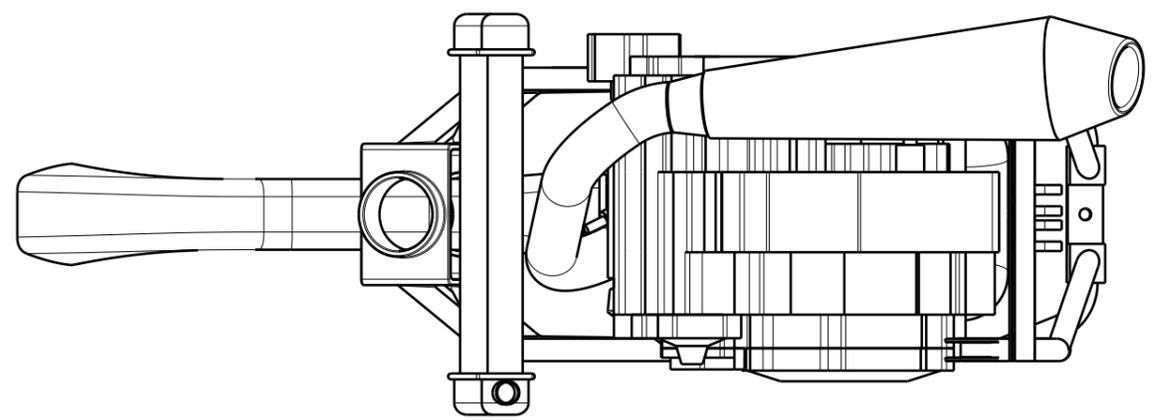
PLANO

POSICIÓN RADIADOR RESPECTO CHASIS

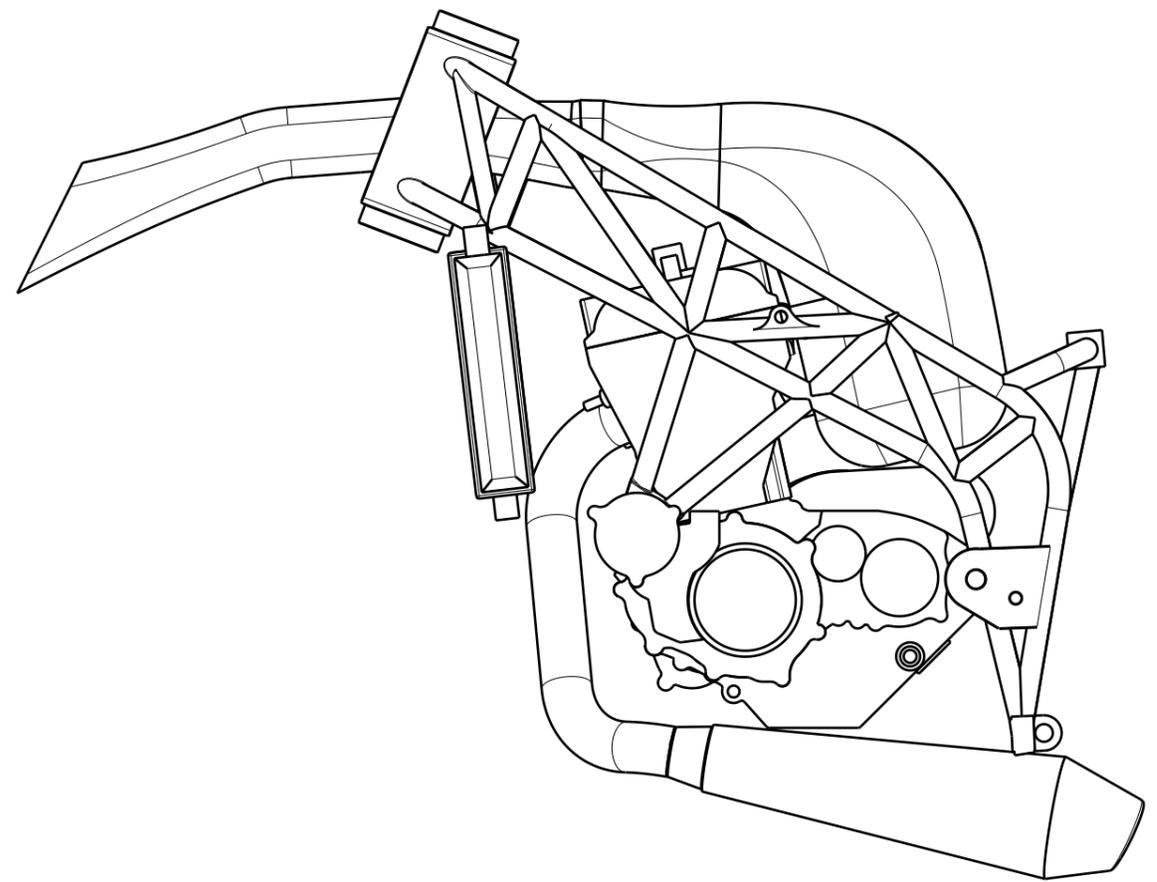
FECHA	ESCALA	Nº PLANO
7/11	1:3	12

H G F E D C B A

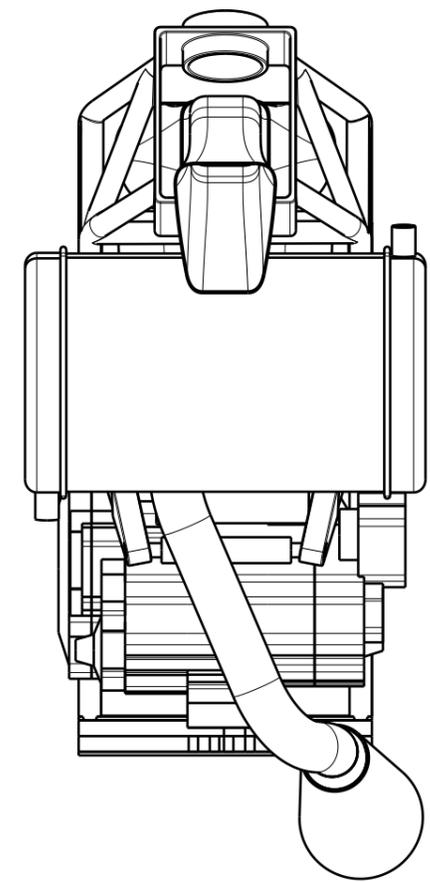
4



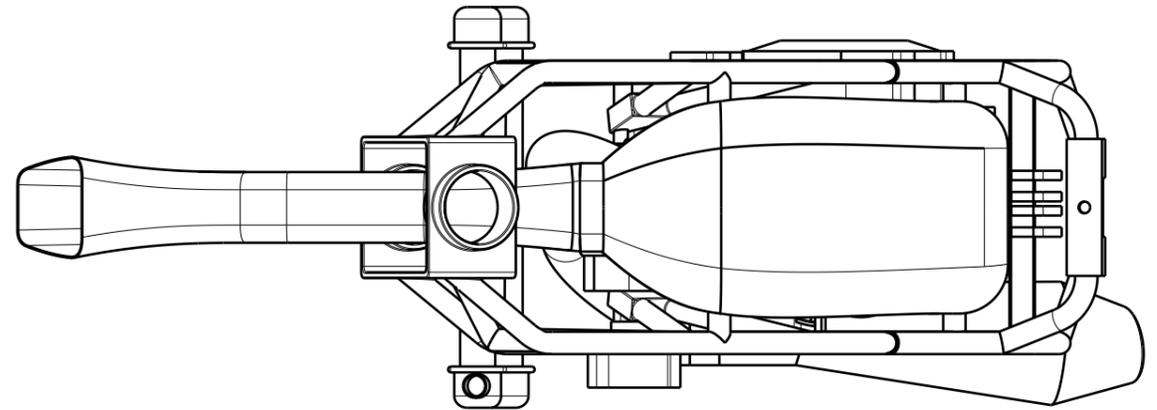
3



2



1



4

3

2

1

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T</b>	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	HERCE GIL, GERARDO		
PROYECTO <b>MOTOSTUDENT</b>	FIRMA		REVISADO	APROBADO
PLANO <b>PLANO CONJUNTO SISTEMAS</b>	FECHA <b>7/11</b>	ESCALA <b>1:6</b>	Nº PLANO <b>13</b>	

H G F E D C B A



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

**SISTEMA DE ADMISIÓN, REFRIGERACIÓN Y  
ESCAPE EN UNA MOTO DE COMPETICIÓN**

**PLIEGO DE CONDICIONES**

Gerardo Herce Gil de Muro  
Pedro M<sup>a</sup> Diéguez Elizondo

Pamplona, a 08 de noviembre de 2012

# 1. ÍNDICE

---

1.	ÍNDICE .....	2
2.	BREVE DESCRIPCIÓN DE LO PROYECTADO .....	3
3.	REGLAMENTOS LEGALES DE APLICACIÓN AL PROYECTO.....	3
3.1	REGLAMENTO FUNCIONAL MOTOSTUDENT.....	3
3.2	REGLAMENTO TÉCNICO MOTOSTUDENT .....	4
3.3	LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES .....	6
3.4	REAL DECRETO 1215/1997 .....	6
3.5	NORMATIVA DE SONORIDAD.....	6
4.	CONDICIONES TÉCNICA QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES	7
5.	CONDICIONES DE MONTAJE.....	7
5.1	UNIÓN AL CARBURADOR .....	7
5.2	UNIÓN DE TUBO DE ESCAPE AL MOTOR .....	8
5.3	UNIÓN DE LOS DIFERENTES TRAMOS DEL ESCAPE .....	8
5.4	COLOCACIÓN EN EL BANCO DE PRUEBAS .....	9
6.	PRUEBAS DE RECEPCIÓN DE MATERIALES.....	10
6.1	CARBURADOR .....	10
6.2	CONDUCTO DE ADMISIÓN.....	11
6.3	TUBOS DE ESCAPE.....	12
7.	CONDICIONES DE SEGURIDAD .....	13
7.1	LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES .....	14
7.2	REAL DECRETO 1215/1997 .....	16
7.3	PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE.....	17

## **2. BREVE DESCRIPCIÓN DE LO PROYECTADO**

---

El objeto de este proyecto es el diseño del sistema de admisión para una motocicleta de competición. Todo ello se enmarca dentro de la competición

Motostudent. Es una competición entre distintos equipos universitarios de todo el mundo, en el que se pretende diseñar y desarrollar un prototipo de moto de competición de pequeña cilindrada 125 y 2 tiempos, que competirán con su evaluación pertinente.

Centrándonos más en el caso particular de este proyecto, con él se pretende conseguir el diseño de un sistema de admisión idóneo para las características que posee el motor proporcionado por la Organización, de modo que con él se consiga obtener la máxima potencia posible y un perfecto funcionamiento de la motocicleta.

Este sistema de admisión diseñado a lo largo de todo el proyecto, expuesto en los documentos de Memoria y Cálculos, puede describirse del siguiente modo:

Este sistema está constituido por un único conducto que conecta el exterior con los elementos del interior de la moto. Este conducto posee forma acampanada en su parte más externa, seguida de un tramo de sección constante. Posteriormente se produce otro acampanamiento, para adaptar la sección del tubo a la caja de aire o airbox. En el interior de esta última se produce la “tranquilización” del aire hasta su entrada al carburador, dispuesto a continuación de la misma. Este carburador es del tipo tiro directo con campana plana, marca Keihin, y es en su interior donde se incorpora el combustible al aire aspirado, formando la mezcla adecuada para el funcionamiento del motor. Finalmente existe una tobera de admisión, que conecta la salida del carburador con la entrada al motor, a través de la cual se produce la entrada de la mezcla al cárter por los orificios de la caja de láminas.

## **3. REGLAMENTOS LEGALES DE APLICACIÓN AL PROYECTO**

---

### **3.1 REGLAMENTO FUNCIONAL MOTOSTUDENT**

El primer documento que hay que tener en cuenta a la hora de iniciar el diseño de la motocicleta, y más concretamente del sistema de admisión es el “Reglamento

Funcional” establecido por la competición. En él se establecen las bases del concurso Motostudent:

#### **1. OBJETIVO DE LA COMPETICIÓN**

La competición MotoStudent promovida por la fundación Moto Engineering Foundation (en adelante MEF) es un desafío entre equipos universitarios de distintas universidades españolas, europeas y del resto del mundo.

Consiste en diseñar y desarrollar un prototipo de moto de competición de pequeña cilindrada 125 2T., que competirán con su evaluación pertinente, en unas jornadas que se llevarán a cabo inicialmente en las instalaciones de la Ciudad del Motor de Aragón. Para el propósito de esta competición, el equipo universitario debe considerarse integrado en una empresa fabricante de motos de competición, para desarrollar y fabricar un prototipo bajo unos condicionantes técnicos y económicos dados. Los equipos, en un periodo de tiempo de tres semestres, han de demostrar y probar su

capacidad de creación e innovación y la habilidad de aplicar directamente sus capacidades como ingenieros en comparación con los otros equipos de universidades de todo el mundo.

## 2. FASES DE LA COMPETICIÓN

Las motos serán juzgadas en unas series de eventos tanto estáticos como dinámicos.

Para poder evaluar y puntuar los proyectos, la competición tendrá un proceso de selección por fases.

Para que las motos y proyectos entren en competición o concurso deberán cumplir los requisitos previos de resistencia seguridad y funcionamiento indicados en el reglamento técnico.

Los equipos, que superen estos requisitos, competirán en la fase en la cual se evaluará el proyecto bajo el punto de vista industrial con especial atención a aspectos estéticos, técnicos y económicos.

Las motos que superen estas pruebas participarán en la fase de pruebas dinámicas. Estas pruebas consistirán en una evaluación de cualidades de pilotaje efectuadas por probadores expertos.

Para la valoración final se desarrollará una carrera en la que los participantes serán pilotos federados de copas de promoción, seleccionados por la organización.

## 3. CALENDARIO

El Calendario de la competición tiene una serie de fechas claves para los distintos equipos participantes y que deben cumplir con objeto de que entren en la evaluación final de la competición ya que se trata de desarrollar no solo un prototipo sino un proyecto de Ingeniería.

Además de todo ello, más información sobre la competición, el reglamento, la normativa de los equipos, la inscripción... aparece recogida en el anexo I, donde se ha adjuntado todo el Reglamento Funcional de la competición.

### 3.2 REGLAMENTO TÉCNICO MOTOSTUDENT

Para la realización de este proyecto también se ha tenido muy en cuenta las pautas establecidas por la Organización. Es decir, todo lo diseñado debe encontrarse en conformidad con el “Reglamento Técnico” establecido por la Organización de la

Competición Motostudent, el cual aparece recogido en el **Anexo II** del documento Anexos.

En este documento se contiene la normativa técnica reguladora de la competición. Su principal objetivo consiste en estandarizar y acotar el amplio abanico de posibilidades de construcción de un prototipo. De modo que todos los proyectos, participantes en la

competición, se ajusten a una línea de trabajo orientativa y común. Así pues, se intenta posibilitar una competencia objetiva entre los participantes.

En él se establecen todas las limitación y obligaciones que deben cumplir cada una de las parte de que consta la motocicleta a diseñar a lo largo de toda la competición, aunque en este caso sólo se trate del diseño del sistema de admisión.

Todo lo establecido en dicho documento deberá acatarse sin excepción, de modo que cualquier incumplimiento del mismo supondrá la penalización del equipo en la competición.

Un pequeño resumen de las especificaciones recogidas en el Reglamento Técnico, referente al sistema de admisión se presenta a continuación. El resto del documento, como ya se ha mencionado, se encuentra recogido en el anexo II.

### 1. LA MOTOCICLETA

En general se establece que el objetivo de la competición consiste en diseñar un vehículo de dos ruedas a motor de combustión interna, para el pilotaje de un solo ocupante y destinada a las carreras de velocidad.

### 2. MOTOR

En cuanto al motor, éste es proporcionado por la Organización: motor monocilíndrico de 125cc 2T, con refrigeración líquida. Prohibiéndose totalmente su manipulación interna.

Pero sí que se permite la modificación de la caja de láminas proporcionada y el mecanizado de la culata para el uso de sensor de detonación.

Para el caso de la caja de cambios sólo se permite su modificación para la instalación de sensores para la adquisición de datos.

### 3. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

En cuanto al sistema de admisión propiamente dicho, se establece el uso exclusivo de carburador, de libre elección (se prohíbe el uso de carburadores cerámicos). Aunque se permite el empleo de sistemas de inyección adicionales y la programación electrónica de los mismos.

El combustible será administrado por la organización y está prohibida la utilización de aditivos al mismo.

### 4. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

No se permite la modificación del sistema de refrigeración interna del motor.

El líquido refrigerante únicamente podrá ser agua o aceite.

### 5. SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE

Está prohibido el uso de sistemas “turbo” para el aumento de presión de gases en la admisión. Únicamente se permite el aprovechamiento aerodinámico del movimiento del vehículo mediante el uso de tomas de aire y sistemas airbox.

### **3.3 LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

La Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, en su exposición de motivos, apartado 4, establece el objetivo común europeo en materia preventiva: "El propósito de fomentar una auténtica cultura preventiva, mediante la promoción de la mejora de la educación en dicha materia en todos los niveles educativos, involucra a la sociedad en su conjunto y constituye uno de los objetivos básicos y de efectos quizás más trascendentes para el futuro de los perseguidos por la presente Ley". Constituye el marco regulador sobre el cual se garantiza un nivel mínimo de protección del trabajador frente a los riesgos derivados de su actividad. En esta ley se define cómo debe organizarse la prevención dentro de una empresa, los principios de la acción preventiva y los derechos y obligaciones de las partes interesadas: trabajadores y empresarios.

Por ello esta Ley será de aplicación a la hora de realizar los ensayos con el banco de pruebas, ya que con ello quedará determinado si la utilización de dicho banco resulta segura para los operarios.

En el apartado 4.7.1. de este mismo documento se expresan los requisitos que deben cumplirse para que la sala de ensayos donde se encuentra ubicado el banco sea segura.

### **3.4 REAL DECRETO 1215/1997**

El Real Decreto 1215/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

En él se fijan "las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos."

Esta normativa será de aplicación antes de llevar a cabo el empleo del banco de ensayos. Dado que éste deberá cumplir con lo expuesto en la normativa que le es de aplicación sobre seguridad en la utilización de los equipos de trabajo.

En el apartado 4.7.2. de este documento se expresan algunas de las medidas de seguridad de que deberá disponer el banco de ensayos para que su utilización no entrañe ningún peligro.

### **3.5 NORMATIVA DE SONORIDAD**

A la hora de la realización de las pruebas de validación del prototipo, habrá que tener en cuenta las relativas a la normativa de sonoridad, que deberá ser cumplida por la motocicleta, lo cual afecta al sistema de admisión y de escape del motor. Por ello es necesario conocer cómo van a realizarse para verificar su cumplimiento, lo cual aparece recogido en el punto 15.4 del Reglamento Técnico Motostudent, Anexo II del documento Anexos.

La motocicleta será analizada en un espacio abierto donde no existan obstáculos en un radio de 10 m y donde el ruido ambiente no podrá ser superior a 90dB/A en un radio de 10 m.

La medida se realizará a 50cm del extremo del tubo de escape y en un ángulo de 45° a un rango de revoluciones del motor de 7000 rpm, donde deberá cumplirse que el ruido no sobrepasa la medida límite de 113 dB/A.

## **4. CONDICIONES TÉCNICA QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES**

---

La condiciones técnicas que deben cumplir los materiales de construcción del sistema de admisión, se refiere principalmente a los materiales que constituyen los conductos de admisión: desde el exterior hasta el carburador. Dejando a un lado este último elemento, ya que sus materiales de construcción ya están perfectamente estudiados y definidos por la empresa que los fabrican.

De este modo las condiciones que deben poseer los materiales elegidos para constituir los conductos se derivarán de las condiciones de funcionamiento a las que se encuentran sometidos. Por ello los materiales deberán ser:

Las piezas tendrán la superficie lisa, sin ondulaciones, ni burbujas, grietas u otros defectos.

Deberán ser lo suficientemente resistentes como para soportar los esfuerzos a los que se van a ver sometidos durante todo el funcionamiento de la motocicleta.

También deberán ser capaces de soportar las altas variaciones de temperatura a los que se pueden ver sometidos.

Además deberán disponer de cierta flexibilidad y no ser totalmente rígidos, pero no excesivamente blandos, ya que con ello se consigue una mejor transmisión y reflexión de las ondas, además de permitir adaptar dichos conductos a la geometría de la moto.

Se deberá evitar cualquier posibilidad de fragilidad, ya que las piezas pueden verse afectadas por el golpeo de partículas, que podrían causar su rotura, la aparición de grietas o pequeñas muescas, que obliguen a su sustitución.

## **5. CONDICIONES DE MONTAJE**

---

Es necesario establecer las condiciones del montaje del sistema de admisión del motor. Como ya se ha mencionado en alguna ocasión, los conductos de admisión y el carburador, por separado, son proporcionados totalmente montados por la empresa suministradora, de modo que únicamente quedará ensamblarlo entre ellos y al motor. Y una vez montado todo ellos, se deberán situar en el banco de pruebas para poder llevar a cabo los ensayos.

### **5.1 UNIÓN AL CARBURADOR**

La unión del conducto de admisión al carburador se realizará mediante abrazaderas metálicas de diámetro adecuado, tanto en el caso de la salida del airbox al carburador, como de la salida del carburador la tobera de entrada al motor.

Estas uniones deberán realizarse de modo que se consiga un montaje totalmente estanco, sin se produzca el escape de aire a través de las mismas. Y seguras, ya que no debe existir ningún tipo de riesgo de que éstas se suelten, sobre todo en el caso de la unión del carburador con el motor, pues las consecuencias serían gravísimas.

Pero al mismo tiempo deberán ser desmontables con cierta facilidad, ya que existe la posibilidad de tener que hacer ajustes en el carburador en algún otro elemento, por lo que sería conveniente que su montaje y desmontaje no suponga mucho tiempo.

Además los elementos de unión no deberán interferir con el resto de piezas que componen la motocicleta, por lo que deberán estar correctamente ubicadas en su interior.

## **5.2 UNIÓN DE TUBO DE ESCAPE AL MOTOR**

La unión del tubo de escape al motor debe ser una unión resistente, pero a la vez flexible. Así, en la parte de unión del tubo de escape al motor, la boca del tubo de escape posee un diámetro interior igual al diámetro exterior del tubo que sale del motor, de modo que el tubo de escape envuelve al del motor. Además, dispone de unos muelles que unen el escape con el motor, lo que permite la unión flexible.

Esta unión deberá realizarse de modo que se consiga un montaje totalmente estanco, sin que se produzca el escape de gases a través de la misma. Y segura, ya que no debe existir ningún tipo de riesgo de que ésta se suelte.

Pero al mismo tiempo deberá ser desmontable con cierta facilidad, ya que a la hora de realizar los ensayos debe poderse sustituir una geometría por otra con cierta rapidez y sin excesivo esfuerzo, con el fin de que el montaje y el desmontaje no suponga mucho tiempo.

Además, los elementos de unión no deberán interferir con el resto de piezas que componen la motocicleta, por lo que deberán estar correctamente ubicadas en su interior.

## **5.3 UNIÓN DE LOS DIFERENTES TRAMOS DEL ESCAPE**

En este caso se van a determinar los requisitos que debe cumplir la unión entre los diferentes tramos del conducto de escape que se emplea durante el desarrollo de los ensayos. Así, puede decirse que estas uniones deben ser resistentes, es decir, deben proporcionar al conjunto consistencia y garantías de que dicha unión es capaz de soportar los esfuerzos a los que va a estar sometida sin desmontarse o romperse.

Al mismo tiempo, estas uniones, deben permitir un montaje y desmontaje bastante rápido del conjunto, puesto que los ensayos consistirán en el intercambio de los diferentes tramos. De este modo el intercambio de tramos debe realizarse lo más rápido posible debido a que es conveniente que los ensayos se desarrollen bajo las mismas condiciones ambientales.

## 5.4 COLOCACIÓN EN EL BANCO DE PRUEBAS

### MOTOR

Para la colocación del motor en el banco de pruebas, habrá que fijarlo al bastidor o bancada, que va cancelando as vibraciones que causa el motor.

La sujeción del motor debe ser firme y segura, de modo que no exista ninguna posibilidad de movimiento, aunque al mismo tiempo el montaje debe permitir la absorción de las vibraciones. Para ello el bastidor estará motado sobre varios pies, ajustables en altura, montados en carriles que permitan una libertad de movimiento de todas las direcciones. Además, se debe poder ajustar la altura del banco para que el motor se quede en posición horizontal. Ajustando la posición del motor se puede conseguir una alineación perfecta con el eje de salida del freno. En esta unión también deberán emplearse elementos de absorción de vibraciones (gomas).

### CIRCUITO DE AGUA

El circuito de agua es el circuito encargado de refrigerar el motor, por ello deberá de estar diseñado correctamente de modo que sea capaz de disipar la cantidad de calor necesaria para conseguir un correcto funcionamiento del motor.

Si el sistema de agua no es capaz de cumplir con este objetivo en todos los regímenes de funcionamiento del motor, habrá que emplear los sistemas auxiliares que haga falta para conseguirlo.

Además el circuito no deberá poseer ninguna fuga o defecto, por el que pueda producirse el derrame de agua, y deberá de estar perfectamente diseñado para que no interfiera con los elementos eléctricos, por la peligrosidad que puede ocasionar su contacto.

También será conveniente disponer de un dispositivo de corte del suministro del agua del depósito de almacenamiento al motor. Con el objetivo de poder detener el paso del fluido en el montaje y desmontaje de alguna pieza, ...

### CIRCUITO DE ACEITE Y GASOLINA

Especialmente en el caso de estos dos circuitos se deberán extremar las precauciones, debido al tipo de fluido con los que trabajan.

Por ello especialmente en estos casos, deberán ser totalmente estancos, sin ningún tipo de fuga que pueda provocar el derrame del líquido que circula por su interior. Esto es así porque la existencia de aceite o de gasolina por cualquier lugar no habitual de la sala de ensayos, puede suponer riesgo para los operarios.

El almacenamiento de ambos líquidos también deberá estar perfectamente diseñado para que no se produzcan fugas, variaciones en las propiedades de los fluidos,... y que permitan el correcto funcionamiento del motor.

En este caso también es conveniente disponer de un dispositivo para cada uno de los circuitos, que permita cortar el suministro en los casos en que sea necesario.

### GASES DE ESCAPE

La salida del sistema de escape deberá estar provista de un extractor de humos que reconduzca los gases resultantes de la combustión hasta el exterior, sin que éstos se acumulen en el interior de la sala.

Por supuesto, es necesario que dicho sistema sea estanco, es decir, que no posea fugas ni orificios que puedan provocar la salida de parte de estos gases al interior del recinto.

Deberá existir un sistema de detección de fugas o de cualquier problema en la extracción de gases, que informe en caso de errores en el funcionamiento de la extracción de los gases, ya que si este proceso no se produce de un modo correcto y seguro no deberá ponerse en funcionamiento el banco de pruebas.

### INSTALACIÓN ELECTRICA

Para su funcionamiento el banco de ensayos requiere de un sistema eléctrico bien diseñado, que permita el funcionamiento del motor y la recepción de todos los datos.

Dicho sistema debe estar perfectamente aislado del resto de elementos que le rodean, ya que su ubicación se produce muy cerca del resto de circuitos necesario para el funcionamiento del banco, los cuales contienen sustancias peligrosas en su contacto con este sistema eléctrico.

Para su montaje deberá proveerse de todos los elementos de seguridad necesarios para que el sistema resulte seguro y no suponga ningún riesgo para los operarios

## **6. PRUEBAS DE RECEPCIÓN DE MATERIALES**

Una vez recibidos los materiales que componen el sistema de admisión, y que han sido encargados a las empresas correspondientes, será necesaria la inspección de todos ellos para comprobar que todo se encuentra según las especificaciones establecidas.

En esta ocasión no se trata de lotes de producto, sino del encargo un único producto en cada caso. De este modo no será posible la realización de ningún tipo de ensayo que puede provocar la modificación de las propiedades de las piezas recibidas, ya que si esto ocurriese se impediría su utilización.

### **6.1 CARBURADOR**

Cuando se disponga del carburador encargado, primeramente habrá que comprobar que éste se corresponde con el modelo pedido.

A continuación se pasará a analizar todos los componentes de que consta (surtidores, aguja, tornillos...) para comprobar que son los adecuados y que se encuentran en perfecto estado.

En caso de que debiera ir acompañado de piezas auxiliares o recambios, habrá que cerciorarse de que se dispone de todas ellas, según las especificaciones del pedido, y que además se encuentren en perfectas condiciones; que no existan defectos, confusiones, o cualquier tipo de irregularidad.

Por último habrá que comprobar que todos los sistemas de que cuenta el carburador, funcionen de un modo adecuado, que no existan rozamientos perjudiciales entre partes del mismo, que el carburador se encuentre totalmente limpio.

Una vez comprobado todo ellos, si todo se encuentra en perfecto estado ya podrá disponerse al empleo de este elemento. En caso negativo, se realizara la pertinente reclamación a la casa de suministro para que solucionen todas las irregularidades.

## 6.2 CONDUCTO DE ADMISIÓN

Una vez recibida las piezas que constituyen los conductos del sistema de admisión, habrá que realizar una inspección para comprobar que todo se encuentra en perfecto estado.

Lo ideal sería la realización de pruebas que determinaran que los materiales con que se encuentran fabricados cumplen con las especificaciones establecidas. Pero, como ya se ha mencionado, la realización de estos ensayos supondría la imposibilidad de utilizar la pieza. Por ello sólo se podrá comprobar que durante el funcionamiento todo se comporta según lo previsto y no existen anomalías que indiquen fallos en la construcción de los elementos.

Se exigirá al/los fabricantes la demostración de que las propiedades de los materiales que proporcionan son las deseadas. Para ello deberán realizar los siguientes ensayos:

- Resistencia a corto plazo:

Se tomará una muestra de  $(200 \pm 5)$  milímetros de largo y se colocará entre dos placas paralelas sometidas a una carga de  $3 \times D$  Kilopondios (siendo D, el diámetro exterior en centímetros), durante diez minutos (10 min) a una temperatura de  $(23 \pm 2)$  grados centígrados.

La máxima deformación admisible será del veinte por ciento (20%) respecto del diámetro primitivo.

Este ensayo se realizará con dos muestras.

- Resistencia a largo plazo:

Se tomará una muestra de  $(200 \pm 5)$  milímetros de largo y se colocará entre dos placas paralelas sometidas a una carga de doce kilopondios (12 Kp) durante un mínimo de siete días (7), a una temperatura de  $(23 \pm 2)$  grados centígrados.

La relación entre el movimiento vertical de la placa y el diámetro interior del tubo expresado en centímetros, será como máximo de 4 décimas (0,4).

- Resistencia al impacto:

Realizado el ensayo de impacto según la norma DIN 1.187, se admitirá el fallo o rotura de como máximo una muestra entre veinte (20). Si más de una muestra se rompiese, el ensayo se realizará sobre otras cuarenta muestras de forma que sobre el total de sesenta muestras se admitirá un máximo de siete (7) fallos.

- Resistencia a la tracción en tubos corrugados:

La resistencia a la tracción se ensayará con probetas de  $(700 \pm 2)$  milímetros de longitud a una temperatura de  $(23 \pm 2)$  grados centígrados. La probeta se fijará por ambos lados en unos casquillos cónicos de cien milímetros (100 mm) de longitud, colgándose el tubo y soportando el peso de veinticinco kilopondios (25 Kp) que actúan sobre la placa de impacto que se cuelga del extremo inferior.

No se admitirán más del cinco por ciento (5%) de roturas. Una vez que se dispone de las piezas terminadas habrá que realizar un reconocimiento para comprobar que todo se encuentra dispuesto según lo previsto.

Primero habrá que comprobar que las medidas de cada una de las partes, la geometría, los materiales... son los que se han establecido en el contrato.

Además habrá que revisar que si existe algún tipo de grieta, porosidad, ondulación, o cualquier tipo de defecto.

### 6.3 TUBOS DE ESCAPE

Una vez recibidos los distintos tramos que constituyen el tubo de escape, será necesario realizar una inspección para comprobar que cumple con las especificaciones establecidas.

Lo ideal sería la realización de pruebas que determinaran que los materiales con que se encuentran fabricados, cumplen con las especificaciones establecidas. Pero, como ya se ha mencionado, la realización de estos ensayos supondría la imposibilidad de utilizar la pieza. Por ello, sólo se podrá comprobar que durante el funcionamiento todo se comporta según lo previsto y no existen anomalías que indiquen fallos en la construcción de los elementos.

Se exigirá al/los fabricantes la demostración de que las propiedades de los materiales que proporcionan son las deseadas. Para ello deberán realizar los siguientes ensayos:

- Resistencia a corto plazo:

Se tomará una muestra de  $(200 \pm 5)$  milímetros de largo y se colocará entre dos placas paralelas sometidas a una carga de  $3 \times D$  Kilopondios (siendo D, el diámetro exterior en centímetros), durante diez minutos (10 min) a una temperatura de  $(23 \pm 2)$  grados centígrados.

La máxima deformación admisible será del veinte por ciento (20%) respecto del diámetro primitivo.

Este ensayo se realizará con dos muestras.

- Resistencia a largo plazo:

Se tomará una muestra de  $(200 \pm 5)$  milímetros de largo y se colocará entre dos placas paralelas sometidas a una carga de doce kilopondios (12 Kp) durante un mínimo de siete días (7), a una temperatura de  $(23 \pm 2)$  grados centígrados.

La relación entre el movimiento vertical de la placa y el diámetro interior del tubo expresado en centímetros, será como máximo de 4 décimas (0,4).

- Resistencia al impacto:

Realizado el ensayo de impacto según la norma DIN 1.187, se admitirá el fallo o rotura de como máximo una muestra entre veinte (20). Si más de una muestra se rompiera, el ensayo se realizará sobre otras cuarenta muestras de forma que sobre el total de sesenta muestras se admitirá un máximo de siete (7) fallos.

- Resistencia a la tracción en tubos corrugados:

La resistencia a la tracción se ensayará con probetas de  $(700 \pm 2)$  milímetros de longitud a una temperatura de  $(23 \pm 2)$  grados centígrados. La probeta se fijará por ambos lados en unos casquillos cónicos de cien milímetros (100 mm) de longitud, colgándose el tubo y soportando el peso de veinticinco kilopondios (25 Kp) que actúan sobre la placa de impacto que se cuelga del extremo inferior.

No se admitirán más del cinco por ciento (5%) de roturas.

Una vez que se dispone de las piezas terminadas habrá que realizar un reconocimiento para comprobar que todo se encuentra dispuesto según lo previsto.

Primero habrá que comprobar que las medidas de cada una de las partes, la geometría, los materiales... son los que se han establecido en el contrato.

Además habrá que revisar que si existe algún tipo de grieta, porosidad, ondulación, o cualquier tipo de defecto.

## 7. CONDICIONES DE SEGURIDAD

---

Para la realización de este proyecto únicamente habrá que tener en cuenta las condiciones de seguridad necesarias para la utilización del banco de pruebas, ya que el resto de los procesos necesarios para la realización del proyecto no son llevados a cabo por nosotros mismos, sino que serán encargados a empresas exteriores.

Dicho banco de pruebas deberá ubicarse en una sala de ensayos perfectamente acondicionada, ya que es, intrínsecamente, un entorno de trabajo peligroso. Todos los elementos que la componen deben estar preparados para soportar las condiciones de este medio: las salas suelen ser ruidosas y calurosas; también hacen de ellas sitios peligrosos para el trabajo el hecho de tener una serie de tuberías (con agua y combustible) y de cableado eléctrico (para el control de freno, motor y adquisición de datos de este último), sin olvidarnos del propio motor y el freno, ambos con superficies a elevadas

temperatura y transformando la energía calorífica en energía mecánica (o a la inversa), con lo que añadimos factores de riesgo a los de la propia instalación.

Es por todo ello por lo que, durante la realización de las pruebas, ningún operario debe estar en la sala de ensayos. Cualquier modificación en el motor o comprobaciones en sistemas auxiliares ha de hacerse con el motor parado. En caso de que la presencia de un operario resulte del todo imprescindible con el motor en marcha, es aconsejable que un segundo operario permanezca en la sala de control con el fin de poder detener la ejecución de la prueba si, por motivos de seguridad, fuera necesario.

También el primero podrá detener la prueba mediante los pulsadores de emergencia que deben estar situados en puntos estratégicos de la sala.

El hecho de que se trabaje con combustible crea también peligros potenciales de explosión e incendio, por lo que la sala incorpora un sistema de detección de humos y de incendios. En caso de que estos sistemas se disparen, provocan el paro completo de todos los elementos del banco de pruebas.

## 7.1 LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

A continuación se van a exponer los aspectos referentes a la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, que deben ser tenidos en cuenta para comprobar que la sala de ensayos se encuentre correctamente diseñada para que no se produzca ningún tipo de accidente

Para la instalación y puesta en marcha del banco de pruebas, tres son los aspectos que, basándonos en la propia Ley de Prevención de Riesgos Laborales, deberá cumplir el diseño de la sala: la correcta iluminación, la insonorización de la sala de pruebas y la renovación de aire.

- Iluminación:

Tal y como establece la “Guía para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo” en su artículo 8 (ver el Anexo IV del RD 486/1997), la iluminación de cada zona o parte de un lugar de trabajo deberá adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en ella, teniendo en cuenta dos aspectos:

- Los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores dependientes de las condiciones de visibilidad.
- Las exigencias visuales de las tareas desarrolladas.

El caso de la sala de ensayos en estudio, se trata de un lugar de trabajo de exigencias visuales altas, por lo que el nivel mínimo de iluminación será de 500lux, siendo necesario una distribución lo más uniforme posible de las luminarias. Esto equivale, según la norma UNE 72-112-85 a una categoría de la tarea tipo E (trabajos de reparación de automóviles, entre otros).

También resulta necesario un alumbrado de emergencia de evacuación y de seguridad (de 80 lux, con batería independiente de al menos 1 hora de autonomía), por tratarse de un lugar de trabajo en el que un fallo en el alumbrado normal supone un riesgo para la seguridad de los trabajadores.

- Insonorización:

En el Anexo I del Real Decreto 1215/1997 se expone que “... *todo equipo de trabajo que entrañe riesgos por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos*”. El ruido es uno de los principales factores de malestar para todos aquellos trabajos que necesiten un mínimo de concentración. Un sonido con un volumen mayor de 80dB ininterrumpidamente durante ocho horas puede causar daños a nuestro oído.

Con la finalidad de reducir el nivel de ruido hasta valores tolerables tanto en la sala de control como en las dependencias colindantes a la sala de pruebas, ambas salas deben estar formadas por materiales que proporcionen un aislamiento eficaz. Es necesario también aplicar medidas de control tales como cerramientos y pantallas acústicas (de forma que tanto las puertas de acceso a las salas como las ventanas que permiten el control visual de los elementos de la sala de pruebas proporcionen el mismo aislamiento acústico que las propias paredes).

- Renovación del aire:

Según el Anexo III del Real Decreto 486/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo se expone que “*La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores... El sistema de ventilación empleado y, en particular, la distribución de las entradas de aire limpio y salidas de aire viciado, deberán asegurar una efectiva renovación del aire del local de trabajo.*”

Por ello la sala de ensayos dispondrá de un sistema de renovación de aire. Es importante el buen dimensionado del mismo porque los resultados de las pruebas y, por tanto, las características del motor en ensayo, son función de la temperatura, presión y humedad relativa de la sala. Este sistema de renovación de aire dispondrá de un impulsor de aire, el cual deberá estar constituido por un ventilador que aporte el caudal necesario para realizar la ventilación de la sala y que pueda vencer las pérdidas de carga a lo largo de la conducción.

De la misma manera que en el caso del impulsor, se dispondrá de un extractor que sea capaz de extraer el aire caliente existente en la sala de pruebas y de vencer las pérdidas en los conductos.

El sistema de extracción de los gases de escape es uno de los puntos críticos de la sala de ensayos y, para evitar posibles accidentes, es conveniente reproducir en lo posible el sistema que lleva el motor una vez montado en la carrocería del vehículo. Es importante que los tubos que evacuan los gases estén a una altura determinada para

evitar el riesgo de quemaduras en caso de contacto con ellos. En cuanto a la extracción de los gases de la sala lo más habitual es direccionarlos hacia la zona superior para, o bien expulsarlos fuera de la sala o bien llevarlos hasta un conducto general de la nave (si lo hubiera) donde se canalizan los gases producidos en el banco hacia el exterior.

## **7.2 REAL DECRETO 1215/1997**

A continuación se exponen alguna de las disposiciones de seguridad que debe cumplir el banco de ensayos para que su utilización sea segura. Todo ello de acuerdo a lo expuesto en el Real Decreto 1215/1997 donde se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

- Protecciones ante elementos móviles de un equipo de trabajo que pueda entrañar riesgos de accidente por contacto mecánico: órganos de accionamiento y de parada.
- Dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos cuando el equipo de trabajo entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones.
- Dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora cuando el equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo.
- Protecciones ante riesgo de estallido o de rotura de elementos de un equipo de trabajo.
- Características de las zonas y puntos de trabajo o de mantenimiento de un equipo de trabajo (iluminación adecuada en función de las tareas que deban realizarse).
- Protecciones frente a las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas.
- Los dispositivos de alarma del equipo de trabajo.
- Dispositivos que permitan separar el equipo de cada una de sus fuentes de energía.
- Visibilidad de las advertencias y señalizaciones necesarias.
- Protección contra los riesgos de incendio, de calentamiento del propio equipo o de emanaciones de gases, polvos, líquidos, vapores u otras sustancias producidas, utilizadas o almacenadas por éste.
- Protección ante condiciones ambientales climatológicas o industriales agresivas.
- Adecuación para prevenir el riesgo de explosión, tanto del equipo de trabajo como de las sustancias producidas, utilizadas o almacenadas por éste.
- Protección de los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto con la electricidad.

- Protecciones o dispositivos adecuados para limitar la generación y propagación de ruidos, vibraciones y radiaciones.
- Protecciones adecuadas para evitar el contacto accidental de los trabajadores con líquidos corrosivos o a alta temperatura en relación con los equipos de trabajo para el almacenamiento, trasiego o tratamiento de éstos.

### 7.3 PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE

Como ya hemos mencionado en más de una ocasión, las pruebas que se realizan en una sala de ensayos generan muchos riesgos. Es por eso por lo que se puede establecer una serie de verificaciones antes de poner en marcha el sistema:

- No se está trabajando en ninguno de los elementos que componen el sistema.
- El freno y el motor están alineados.
- El cárter de protección se encuentra colocado, y no hay rozamientos entre éste y la transmisión.
- No hay herramientas colocadas en la bancada.
- Está conectado el sistema de alimentación de combustible.
- Verificar el aceite del motor.
- El sistema hidráulico está encendido.
- El sistema de detección de incendios funciona correctamente.
- Sistema de ventilación encendido.
- Verificar que las puertas de la sala se hayan cerrado.

Una vez verificados todos estos puntos, ya estamos en disposición de realizar el arranque del motor y de realizar las pruebas que se consideren oportunas.

# REGLAMENTO DEPORTIVO MOTOSTUDENT v.01-11

## REGLAMENTACION DEPORTIVA GENERAL MOTOSTUDENT

# REGLAMENTO DEPORTIVO MOTOSTUDENT v.01-11

## INDICE

1 OBJETIVO DE LA COMPETICIÓN .....	3
2 FASES DE LA COMPETICIÓN .....	3
3.CALENDARIO .....	4
4 REGLAMENTO.....	5
4.1 Idiomas Oficiales. ....	5
4.2 Autoridades sobre el reglamento .....	5
4.3 Validez del reglamento. ....	5
4.4 Conocimiento del reglamento. ....	6
4.5 Cumplimiento del reglamento. ....	6
4.6 Violación de las normas del reglamento.....	6
4.7 Impugnación a otros vehículos .....	6
4.8 Cambios en la reglamentación.....	7
5. NORMATIVA SOBRE LOS EQUIPOS.....	7
5.1 Requisitos individuales de los participantes. ....	7
5.2 Requisitos de los equipos.....	7
5.3 Mentor o TUTOR del equipo. Representantes oficiales de los equipos. ....	8
5.4 Aspectos federativos.....	8
5.5 Seguros.....	8
5.6 Asistencia externa a los equipos Universitarios.....	9
5.7 Número de equipos participantes. ....	9
6.INSCRIPCION .....	9
6.1 Cuotas de inscripción. ....	9
6.2 Formalización de la inscripción. ....	10
<b>ANEXO –DESCRIPCION DE LAS PRUEBAS.....</b>	<b>11-15</b>
<b>A.0 Fases previas a las jornadas competitivas. ....</b>	<b>12</b>
<b>A.1 Fase MS.1 .....</b>	<b>12</b>

# REGLAMENTO DEPORTIVO MOTOSTUDENT v.01-11

<u>A.1.1 Demostración del prototipo</u> .....	12
<u>A.1.2 Presentación del proyecto industrial</u> .....	13
<u>A.1.3 Jurados</u> .....	14
<u>A.1.4 Premios</u> .....	14
<b>A.2 Fase MS.2</b> .....	14
A.2.1 <u>Pruebas de seguridad en banco</u> .....	14
A.2.2. <u>Fase MS2 (Pruebas dinámicas)</u> .....	14
A.2.2.1 <u>Evaluación de prestaciones minimas</u> .....	15
A.2.2.2 <u>Carrera</u> .....	15
A.2.2.3 <u>Premios</u> .....	15

## 1 OBJETIVO DE LA COMPETICIÓN

La competición MotoStudent promovida por la fundación Moto Engineering Foundation (en adelante MEF) es un desafío entre equipos universitarios de distintas UNIVERSIDADES españolas, europeas y del resto del mundo.

Consiste en diseñar y desarrollar un prototipo de moto de competición de pequeña cilindrada 250 4T., que competirán con su evaluación pertinente, en unas jornadas que se llevarán a cabo inicialmente en las instalaciones de la Ciudad del Motor de Aragón. Para el propósito de esta competición, el equipo universitario debe considerarse integrado en una empresa fabricante de motos de competición, para desarrollar y fabricar un prototipo bajo unos condicionantes técnicos y económicos dados. La competición en sí misma es un reto para los estudiantes, donde estos en un periodo de tiempo de tres semestres han de demostrar y probar su capacidad de creación e innovación y la habilidad de aplicar directamente sus capacidades como ingenieros en comparación con los otros equipos de universidades de todo el mundo.

## 2 FASES DE LA COMPETICIÓN

Las motos serán juzgadas en unas series de eventos tanto estáticos como dinámicos, que incluirán: exposiciones orales y de “stand”, inspecciones técnicas, demostraciones dinámicas, etc. Para poder evaluar y puntuar los proyectos, la competición tendrá un proceso de selección por fases.

## REGLAMENTO DEPORTIVO MOTOSTUDENT v.01-11

Para que las motos y proyectos entren en competición o concurso deberán cumplir los requisitos previos de resistencia seguridad y funcionamiento indicados en el reglamento técnico.

Los equipos, que superen estos requisitos, competirán en la fase MS1 en al cual se evaluará el proyecto bajo el punto de vista industrial con especial atención a aspectos estéticos, técnico y económico. Esta evaluación, con sus criterios, jurado y premios se indican en el ANEXO a este documento.

Las motos que superen estas pruebas participarán en la fase de pruebas dinámicas denominada MS2.

Para la valoración final se desarrollará una carrera en la que los participantes serán pilotos federados de copas de promoción, seleccionados por los equipos participantes y aprobados por la organización. Las pruebas y su valoración se encuentran definidos en el ANEXO mencionado

Niveles a superar por los equipos participantes:

	Excluyente	Puntuable
Requisitos mínimos	Si	No
Fase MS1 (Proyecto)	Si	Si
Fase MS2 (Seguridad)	Si	No
Fase MS2 (Pruebas dinámicas)	Si	Si
Fase MS2 (Carrera)	Si	Si

Todos los equipos participantes para ser evaluados en cualquiera de las categorías deben superar el nivel mínimo tanto en MS1 como en MS2, es decir ningún equipo puede fijarse como objetivo participar en una sola de las categorías ya que este hecho conculca el espíritu mismo de la competición.

### 3.CALENDARIO

El Calendario de la competición tiene una serie de fechas claves para los distintos equipos participantes y que deben cumplir con objeto de que entren en la evaluación final de la competición ya que se trata de desarrollar no solo un prototipo sino un proyecto de Ingeniería.

# REGLAMENTO DEPORTIVO MOTOSTUDENT v.01-11

CALENDARIO	2011												2012						
	M	A	M	J	J	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O
Inscripciones																			
Justificación sponsors																			
Cierre de diseño																			
Semana de pruebas																			

## 4 REGLAMENTO

### 4.1 Idiomas Oficiales.

Los idiomas oficiales de la competición MotoStudent serán español e inglés. La entrega de documentación, exposiciones públicas e información relativa a la competición será aceptable en ambos idiomas.

### 4.2 Autoridades sobre el reglamento

El reglamento de MotoStudent es de responsabilidad única de la fundación MEF. Cualquier comunicado oficial que parta de Moto Engineering Foundation se ha de considerar como parte y ha de tener la misma validez que el reglamento aquí publicado.

Las ambigüedades o cuestiones concernientes al significado o intenciones de este reglamento serán resueltas por la fundación MEF. Todas estas cuestiones, formularios de consulta, etc., se encontrarán disponibles, para los equipos participantes, en una base de datos preparada a tal efecto en la web. de MEF. Así mismo quedarán correspondientemente archivadas las consultas y respuestas en una estructura informática dispuestas a nivel general o a nivel particular para cada equipo

### 4.3 Validez del reglamento.

El reglamento de MotoStudent publicado en la web de la MEF y fechado en el calendario de la competición, serán las normas que tendrán efecto para cada una de las ediciones.

# REGLAMENTO DEPORTIVO MOTOSTUDENT v.01-11

## 4.4 Conocimiento del reglamento.

Se hace responsable a los equipos de la lectura y conocimiento del reglamento y sus normas para la competición a la que se presentan. El reglamento de la competición incluye no solo este reglamento base sino todos los anuncios oficiales que sean publicados en la web. de la competición [motostudent.com](http://motostudent.com).

## 4.5 Cumplimiento del reglamento.

Al entrar en la competición, los equipos universitarios, tanto sus miembros individuales, los tutores de cada universidad, y cualquier otro personal adscrito al equipo universitario estarán sujetos al cumplimiento de las normas reflejadas por el reglamento y/o anunciadas por la MEF. Todos los equipos, tutores universitarios y representantes universitarios deben cooperar y seguir las instrucciones de organizadores y jueces de la MEF.

## 4.6 Violación de las normas del reglamento.

La violación intencionada de las normas y reglas aquí expresadas supondrá la expulsión de la competición sin opción a la reclamación en caso de que se pruebe que fue intencionada y esté demostrada. Cualquier cuestión, duda o comentario se deberá remitir al comité organizador del evento según proceda.

## 4.7 Impugnación a otros vehículos

El Comité Organizador de la prueba se reserva el derecho, en cualquier momento de la competición, de inspeccionar y examinar las actividades de los equipos en competición. Cualquier aspecto detectado en la inspección que vulnere los principios de la competición puede llevar aparejado al equipo correspondiente a verse apartado de la competición. Cualquier equipo puede impugnar a otro equipo participante en el caso de observar anomalías. Las impugnaciones deberán obligatoriamente presentarse por escrito, indicando el artículo del reglamento que se considera violado, con pruebas suficientes para su verificación. Adicionalmente, deberá presentarse una fianza simultáneamente a la reclamación que será devuelta por la organización en caso de que la reclamación prospere. “La cuantía de la fianza” será fijada por la organización y podría llegar según el caso a la cuantía del primer premio.

# REGLAMENTO DEPORTIVO MOTOSTUDENT v.01-11

## 4.8. Cambios en la reglamentación.

El Comité Organizador se reserva el derecho de revisar el calendario de la competición y/o modificar el reglamento de la competición en cualquier momento y usando cualquier medio que haga mas eficiente la difusión de las mismas para el evento de MotoStudent, quedando registrado en la página web de la competición.

## 5. NORMATIVA SOBRE LOS EQUIPOS

### 5.1 Requisitos individuales de los participantes.

La competición pretende, como aspecto fundamental ser un vehículo de formación complementaria para los estudiantes. La competición es puramente de ingeniería y no un campeonato de velocidad por estas consideraciones la elegibilidad esta limitada a estudiantes universitarios de grado o postgrado.

Para pertenecer a un equipo inscrito en la competición los alumnos deben estar matriculados en una Universidad Pública o Privada. Estos deben estar matriculados en un grado o postgrado. Como mínimo, tienen que haber superado el 50% de los créditos de su carrera de grado universitario. Se establece una edad mínima de 18 años para los miembros integrantes del equipo.

### 5.2 Requisitos de los equipos.

Los equipos y los miembros que lo integran, registrados en la competición serán considerados como “participantes de la prueba” desde su inscripción, hasta la conclusión del evento. Cada equipo tendrá un mínimo de 7 participantes y un máximo de 15. Todo equipo universitario participante en MotoStudent deberá llevar como parte de su identificación el nombre de la Universidad o Centro Universitario a la que pertenece..

A su vez también pueden colaborar en la fase de desarrollo con el equipo otros centros Formativos como por ejemplo Centros de Formación de Educación Secundaria que por especiales características de equipamiento pueden complementar a la Universidad participante Sin embargo en las jornadas de

# REGLAMENTO DEPORTIVO MOTOSTUDENT v.01-11

Competición solamente podrán acceder a los distintos parques de trabajo los alumnos inscritos oficialmente.

Hasta seis meses (semestre académico) antes de la celebración de las pruebas será posible modificar la composición del equipo, siempre que un mínimo del 60% de sus componentes pertenezca al equipo inicial inscrito. En ningún caso se podrá reducir el número de componentes, es decir, en las modificaciones de la composición sólo se podrá sustituir o añadir participantes. Estas modificaciones deberán comunicarse puntualmente a la Organización. Las sustituciones no conllevan gasto adicional.

## 5.3 TUTOR del equipo. Representantes oficiales de los equipos.

Cada equipo debe nombrar un tutor de la universidad, siendo este un profesor de Universidad o personal técnico de la misma. Así mismo dicho tutor deberá acompañar al equipo de estudiantes a la competición y será considerado por los organizadores de la competición como el representante oficial del equipo de la universidad.

El tutor junto con el alumno Delegado, alumno elegido por los estudiantes, serán los responsables de mantener el contacto con la Organización y serán los únicos representantes oficiales de los equipos reconocidos por la Organización.

## 5.4 Aspectos federativos.

Al ser pruebas de ingeniería y no de velocidad, los equipos no tendrán como requisito la necesidad de demostrar que algunos de los integrantes tengan licencias federativas expeditas por la autoridad competente. No es ese el caso del piloto elegido por el equipo que deberá demostrar estar federado en la federación regional correspondiente. El piloto se considera componente e integrante del equipo desde el momento que sea aprobado por la organización y tendrá los mismos derechos y obligaciones que cualquier otro integrante del equipo con excepción de los requisitos académicos que no le aplican.

## 5.5 Seguros.

Las universidades inscritas deberán integrar el trabajo realizado en el currículo formativo de forma y manera que esta competición entre dentro de las actividades QUE CUBRE EL SEGURO escolar. No obstante, cada equipo tendrá un seguro privado como garantía ante cualquier accidente que se pudiera presentar y que cubrirá a cada uno de sus integrantes.

# REGLAMENTO DEPORTIVO MOTOSTUDENT v.01-11

## 5.6 Asistencia externa a los equipos Universitarios.

La involucración de Profesores y Técnicos de las Universidades, así como de Técnicos del Sector para el desarrollo de la actividad de los alumnos es de facto imprescindible y deseable para la competición. No obstante, es preciso recordar en este punto que el espíritu de la competición es fortalecer las habilidades de los estudiantes y ofrecer un marco para ello es también responsabilidad de todos. Por ello es preciso remarcar que se valorará como aspecto principal en el proyecto la demostración de que sean los propios estudiantes los que lleven a cabo las tareas y acciones directas en la construcción del prototipo.

## 5.7 Número de equipos participantes.

El número máximo de equipos participantes en la edición 2011-12 se establece en 40 equipos .

Por Universidad pueden presentarse más de un equipo. Cada equipo solo puede presentar un proyecto y prototipo.

## 6. INSCRIPCIÓN

### 6.1 Cuotas de inscripción.

La cuota de inscripción se establece en 350 € mas IVA por estudiante integrante del equipo, piloto incluido.

Las tasas de inscripción deberán ser abonadas a la organización de MOTOSTUDENT antes de finalizar el mes de Junio del 2011.

Las tasas de inscripción no serán reembolsables.

La inscripción da derecho a los alumnos inscritos a participar en el desarrollo de la competición y a los materiales y servicios que la organización pone a disposición de los equipos. Estos materiales o componentes se indican en el reglamento técnico.

### 6.2 Formalización de la inscripción.

En la fase de constitución de los equipos se enviara a la Organización una página de preinscripción que figura en la página principal de la pagina web de motostudent. En ella se indican los estudiantes que inicialmente van a formar parte del equipo con datos de contacto e identificación.

## REGLAMENTO DEPORTIVO MOTOSTUDENT v.01-11

Todos los miembros del equipo participante deberán aportar, en el momento de la inscripción o registro, los documentos que a continuación se detallan y, así mismo, proveer de datos de contacto para situaciones de emergencia.

La inscripción se formalizara relleno los documentos que se encuentran en la pestaña de equipos de la pagina web motostudent.

Doc MS\_2011-01. Miembros del equipo.

Doc MS-2011-02. Constitución del equipo.

Doc MS\_2011-03. Carta de oficialización del equipo.

Doc MS\_2011-04. Imagen copia de ingreso.

Doc MS\_2011-05. Imagen copia de seguro.

Doc MS- 2011-06. Solicitud de sistema CAD.

Doc MS-2001-07. Banco de ensayos y prueba de resistencia.

Una vez los equipos hayan presentado la documentación indicada la organización les adjudicara su correspondiente código contraseña de forma que puedan acceder a su dominio particular en que el que se encontrará la información técnica digital correspondiente a los componentes suministrados

**Anexo**

**DESCRIPCION DE LAS PRUEBAS.**

# REGLAMENTO DEPORTIVO MOTOSTUDENT v.01-11

## A. Descripción de las pruebas.

Como se ha indicado anteriormente los equipos participantes tendrán que someterse a una serie de pruebas sucesivas eliminatorias agrupadas en dos fases MS1 y fase MS2.

### A.0 Fases previas a las jornadas competitivas.

Como se ha descrito en las informaciones de la competición, con objeto de que la misma tenga realmente carácter industrial se establecen unas fechas límite para una serie de actuaciones previas a las jornadas de competición.

- Presentación de justificación de sponsors. En la que los equipos participantes deben justificar de forma clara que empresas e instituciones sufragan la construcción del prototipo. Se formalizara a través del formulario en la pag web y esta justificación debe presentarse antes del 1 de Octubre del 2011. Tras esta justificación, los equipos recibirán los componentes reglamentarios en los siguientes dos meses.
- Presentación de diseño cerrado. Antes del 31 de Mayo del 2012 los equipos participantes presentaran a la organización información grafica de detalle del chasis y basculante o equivalente con cotas principales que será guardada por la organización. Esta información debe permitir a los jurados sin manipulación informática alguna verificar los futuros prototipos. La organización fija como formato especifico documentos pdf de los planos de conjunto y/o detalle con tamaño máximo A3. Esta documentación solo será analizada por los jurados en las jornadas de competición y validarán que el prototipo presentado responde a esa información grafica. Como es lógico se pueden aceptar modificaciones pero no de carácter sustancial.

El incumplimiento de estos hitos acarrea la separación de la competición.

### A.1 Fase MS.1

La fase MS1 es una fase demostrativa en la que los equipos participantes deberán mostrar y explicar el prototipo realizado y el proyecto de industrialización del citado prototipo.

#### A.1.1 Demostración del prototipo

Los grupos presentaran un prototipo para que sea revisado por los inspectores conforma los aspectos dimensionales y de seguridad que indica el reglamento técnico.

## REGLAMENTO DEPORTIVO MOTOSTUDENT v.01-11

Los equipos pueden disponer de los elementos de recambio (cualquier componente o parte de la moto) que consideren oportunos. Estos recambios deberán ser presentados a la organización simultáneamente con el prototipo para su verificación, validación y sellado. La utilización de componentes no sellados por la organización significara la expulsión inmediata de la competición.

Por otra parte realizara una mínima prueba de funcionamiento en parque cerrado. La prueba consistirá en una prueba de arranque y parada y de maniobrabilidad a derechas e izquierdas entre 10 conos situados a 3 m de distancia.

También presentaran en el stand preparado por la organización los paneles informativos que consideren convenientes.

### A.1.2 Presentación del proyecto industrial

El proyecto se desarrollara sobre los siguientes condicionantes:

Moto de circuito, con una serie anual de 500 unidades y un costo de fabricación máximo de 4500€. En este concepto se contemplan los conceptos siguientes: componentes( compras exteriores), amortización de utillajes en 5 años , mano de obra directa, repercusión infraestructura de empresa y gastos financieros). Esta moto de serie será derivada de la moto prototipo con las mínimas diferencias exigidas por el proceso de fabricación en la serie y por las adaptaciones a los componentes de la serie que no deben porque ser los mismos que en la moto prototipo.

El proyecto constará de cuatro apartados independientes, con las siguientes puntuaciones máximas.

A- Diseño del vehículo (150 puntos).

B- Análisis y cálculos técnicos (175 puntos).

C- Definición del sistema de fabricación e industrialización (175 puntos).

D- Análisis de costos del :

Desarrollo del prototipo y

Proceso industrial de fabricación de la serie (100 puntos).

Los apartados A y B constituirán una presentación y los apartados C y D del proyecto industrial constituirán otra presentación. Las dos presentaciones se defenderán ante un jurado de expertos, elegidos por la organización.

Para la exposición de cada apartado los equipos designaran uno o dos alumnos diferentes.

# REGLAMENTO DEPORTIVO MOTOSTUDENT v.01-11

## A.1.3 Jurados.

Los jurados que evaluarán los proyectos estarán formados por técnicos del sector Industrial y de la competición de vehículos de dos ruedas elegidos por la organización.

Los jurados se establecerán por temáticas., un jurado para los APARTADOS A y B y otro para los APARTADOS Cy D .

La evaluación del jurado será inapelable.

## A.1.4 Premios.

Se otorgarán premios a:

- Al mejor proyecto industrial (Todas las fases)

El premio será de 6000€ con trofeo para el equipo .

Dos accésits de 3000€ a:

- Mejor Diseño.
- Mejor innovación tecnológica.

El resto de equipos que superen la prueba recibirá un diploma con su acreditación correspondiente. .

## A.2 Fase MS.2

La fase MS2 es una fase de validación experimental en la que las motos prototipo de los equipos participantes que hayan superado la Fase MS.1 deberán demostrar su calidad de actuación superando distintas pruebas en banco y en circuito.

### A.2.1 Pruebas de seguridad en banco

Estas pruebas pretenden ser una garantía de robustez , fiabilidad y seguridad ante las pruebas en circuito.

Así las motos deberán superar las siguientes pruebas:

- Prueba de resistencia de chasis según especificaciones de reglamento técnico
- Prueba de frenada en banco de rodillos según especificaciones de reglamento técnico.
- Prueba de ruidos.

La sistemática de presentación y prueba de las motos se realizara mediante un proceso de verificación que se dará a conocer a los equipos con suficiente antelación.

### A.2.2. Fase MS2 (Pruebas dinámicas)

#### A.2.2.1 Evaluación de prestaciones minimas

# REGLAMENTO DEPORTIVO MOTOSTUDENT v.01-11

Los equipos que hayan superado las pruebas de seguridad realizaran en pista una prueba de mínimas prestaciones.

La organización facilitará a los equipos 2 tandas de 40 mins durante la prueba de evaluación de prestaciones.

Los requisitos mínimos se refieren a durabilidad y prestaciones mínimas, así las motos para ser consideradas aptas para la carrera deberán:

Realizar un mínimo de 7 vueltas seguidas a un promedio no inferior a 120 Km/h.

## A.2.2.2 Carrera.

Las motos que hayan superado la prueba anterior, participarán en una carrera de velocidad en circuito.

La parrilla se establecerá según la clasificación obtenida según los requisitos mínimos de promedio de las 7 vueltas seguidas realizadas en las tandas de evaluación.

Las motos se pilotarán por los pilotos presentados por los equipos y aprobados por la organización según se indica en el apartado 2..

La carrera se llevara a cabo sobre una longitud mínima de 35 km. La organización establecerá puntualmente el número de vueltas y duración de la carrera.

## A.2.2.3 Premios.

Se otorgarán premios a las tres primeras motos clasificadas.

Al equipo de la primera moto clasificada se le entregara un premio de 6000 € y trofeo.

Al equipo clasificado en segundo lugar se le entregara un premio de 3000€ y trofeo.

Al tercer equipo clasificado se le otorgara un premio de 1500€ y trofeo.

Al resto de equipos participantes que hayan finalizado la carrera recibirán un trofeo recordatorio de su participación en la prueba.

**ÍNDICE**

1. INTRODUCCIÓN: Objetivos fundamentales de este reglamento .....	3
2. LA MOTOCICLETA: Orientación general y definición del carácter de la misma .....	3
3. REQUERIMIENTOS GENERALES DE DISEÑO .....	3
3.1. Dimensiones .....	3
3.2. Pesos .....	3
4. CICLÍSTICA .....	3
4.1. Bastidor .....	3
4.2. Suspensiones .....	4
4.2.1. Suspensión delantera. ....	4
4.2.2. Suspensión trasera .....	4
4.3. Dirección.....	4
4.3.1. Diseño .....	4
4.3.2. Amortiguador de dirección .....	4
4.4. Sistema de frenos .....	4
4.4.1. Freno delantero .....	4
4.4.2. Freno trasero.....	5
4.5. Estriberas .....	5
4.6. Manillar .....	5
4.7. Basculante.....	5
4.8. Llantas y neumáticos.....	5
4.9. Protecciones para caídas.....	6
5. CARENADOS .....	6
5.1. Restricciones dimensionales.....	6
5.2. Seguridad .....	6
6. MOTOR.....	6
6.1. Tipo.....	6
6.2. Cilindro .....	6
6.3. Culata .....	6
6.4. Cáster.....	6
6.5. Caja de cambios.....	6
6.6. Transmisión secundaria .....	7
6.7. Embrague .....	7
6.8. Acelerador .....	7
7. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE .....	7
7.1. Carburador / Inyección .....	7
7.2. Depósito de combustible .....	7
7.3. Conductos de combustible .....	7
7.4. Sistema de llenado .....	8
7.5. Tipo de combustible .....	8
8. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN .....	8
8.1. Refrigeración interna del motor.....	8

8.2. Radiador .....	8
8.3. Líquidos refrigerantes.....	8
9. SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE.....	8
9.1. Conductos de admisión.....	8
9.2. Sistemas de sobrepresión.....	8
10. SISTEMA DE ESCAPE .....	8
11. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	8
11.1. Cableado .....	8
11.2. Conectores .....	9
11.3. Componentes.....	9
12. SISTEMAS ELECTRÓNICOS .....	9
12.1. Centralita .....	9
12.2. Tablier.....	9
12.3. Otros sistemas electrónicos .....	9
13. SISTEMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS .....	9
14. OTROS COMPONENTES COMERCIALES .....	9
15. PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIONES TÉCNICAS .....	9
15.1. Homologación del chasis .....	9
15.2. Verificación de cotas generales .....	10
15.3. Verificación de pesos .....	10
15.4. Verificación de ruidos .....	10
15.5. Verificación del cumplimiento de la normativa de seguridad .....	10
16. IDENTIFICACIÓN DE LA MOTOCICLETA .....	10
16.1. Números y fondos .....	10
16.2. Identificación frontal .....	10
16.3. Dorsales laterales.....	11
16.4. Número de identificación de bastidor de la motocicleta.....	11
16.5. Nombre de la universidad .....	11
16.6. Espacio en el bastidor para adhesivo de verificación técnica.....	11
16.7. Espacio para soporte y alojamiento del transponder.....	11
17. FIGURAS.....	11

## 1. INTRODUCCIÓN: Objetivos fundamentales de este reglamento

Este documento contiene la normativa técnica reguladora de la competición denominada "Motostudent". El principal objetivo consiste en estandarizar y acotar el amplio abanico de posibilidades de construcción de un prototipo. De este modo todos los proyectos se ajustarán a una línea de trabajo orientativa y común. Así pues, se posibilita una competencia objetiva entre los participantes.

## 2. LA MOTOCICLETA: Orientación general y definición del carácter de la misma

El objeto de la competición es un vehículo de dos ruedas a motor de combustión interna. Dicho vehículo será concebido para el pilotaje de un solo ocupante.

La motocicleta deberá ser un prototipo diseñado y construido para la competición. La especialidad son las carreras de velocidad.

## 3. REQUERIMIENTOS GENERALES DE DISEÑO

### 3.1. Dimensiones

Las dimensiones de la motocicleta son libres exceptuando algunos requisitos básicos:

- La anchura mínima entre los extremos de los semimanillares (o manillar en su caso) ha de ser de 450 mm. (Figura 1)
- El ángulo mínimo de inclinación lateral de la motocicleta sin que ningún elemento de la misma (exceptuando los neumáticos) toque el pavimento debe ser 50°. Dicha medición se realiza con la motocicleta descargada (sin piloto) pero con todo el equipamiento y líquidos para su funcionamiento. (Figura 1)
- La distancia libre al pavimento con la motocicleta en posición vertical ha de ser de un mínimo de 100 mm en cualquier situación de compresión de suspensiones y reglajes de geometrías. (Figura 2)
- Límite posterior: Ningún elemento de la motocicleta podrá rebasar la línea tangente vertical trazada a la circunferencia exterior del neumático trasero. (Figura 2)
- Los neumáticos deberán tener una tolerancia mínima de 15 mm con cualquier elemento de la motocicleta en toda posición de la misma y reglaje de geometría.
- La anchura máxima del asiento debe ser de 450 mm. No podrá sobresalir de esa anchura ningún otro elemento de la motocicleta del asiento hacia detrás excepto el sistema de escape. (Figura 3)

### 3.2. Pesos

El peso mínimo del conjunto de la motocicleta en orden de marcha incluido depósito, gasolina y líquidos no deberá ser inferior a 95 kg en cualquier momento de las pruebas. El peso se podrá verificar tanto al inicio, durante y final de la competición.

Está permitido lastrar el vehículo para alcanzar el peso mínimo.

## 4. CICLÍSTICA

### 4.1. Bastidor

El diseño, el proceso y el material utilizado para la fabricación del bastidor es libre excepto en las siguientes consideraciones:

- No está permitido fabricar el chasis en titanio ni aleaciones de titanio.
- El bastidor definitivo a presentar en la competición deberá haber superado el proceso de homologación por parte de la organización. (Ver criterios de verificación)

- No se permite el uso de un chasis comercial ni tan siquiera una unidad modificada. Deberá tratarse de un chasis prototipo de fabricación propia.

## **4.2. Suspensiones**

### **4.2.1. Suspensión delantera.**

En el caso de diseño de suspensión en base a tipo de horquilla se deberá utilizar la proporcionada por la organización.

La horquilla proporcionada por la organización no puede ser modificada estructuralmente. Está permitido el reglaje de la horquilla solo en base a cambio de muelles y fluidos hidráulicos.

Está prohibido el uso de titanio, aleaciones ligeras y compuestos de fibra en los ejes de rotación de los componentes del sistema de suspensión delantera.

Si se define otro tipo de suspensión no podrán utilizarse sistemas activos o semiactivos y/o controles electrónicos de cualquier parámetro de la suspensión..

### **4.2.2. Suspensión trasera**

En el caso de uso de amortiguador en la composición de la suspensión trasera se deberá utilizar el proporcionado por la organización.

El amortiguador proporcionado por la organización no puede ser modificado estructuralmente. Se permite el reglaje del amortiguador solo en base a cambio de muelles y fluidos hidráulicos..

Está prohibido el uso de titanio, aleaciones ligeras y compuestos de fibra en los ejes de rotación de los componentes del sistema de suspensión trasera.

No podrán utilizarse sistemas activos o semiactivos y/o controles electrónicos de cualquier parámetro de la suspensión..

## **4.3. Dirección**

### **4.3.1. Diseño**

En todo el recorrido de giro de la dirección no deberá existir ningún elemento que interfiera en una tolerancia de 30 mm entorno a los puños del manillar y accionamientos. El objetivo es evitar daños en las manos y dedos del piloto en caso de caída. (Figura 3)

El ángulo mínimo de giro de la dirección deberá ser de 15º medidos a cada lado del eje longitudinal de la motocicleta. (Figura 3)

El ángulo de giro de la dirección deberá estar limitado con un tope a cada lado.

### **4.3.2. Amortiguador de dirección**

Está permitido el uso de amortiguador de dirección.

## **4.4. Sistema de frenos**

La motocicleta deberá disponer tanto de freno delantero como freno trasero.

### **4.4.1. Freno delantero**

Deberá utilizarse el conjunto de freno delantero (bomba, latiguillos y pinza) proporcionado por la organización.

Se permite la elección del tipo de pastillas y disco de freno. Se permite la sustitución de los latiguillos de freno por otros de diferente longitud.

La situación del accionamiento de la bomba de freno y la modificación de la leva de accionamiento es libre

con la restricción de que, si su ubicación fuese el manillar, su longitud no podrá ser superior a 200 mm y su extremo deberá ser una esfera de un diámetro mínimo de 18 mm. La esfera podría estar rectificada con un plano de una anchura mínima de 14 mm, los bordes del plano han de ser redondeados.

#### **4.4.2. Freno trasero**

Deberá utilizarse el conjunto de freno delantero (bomba, latiguillos y pinza) proporcionado por la organización.

Se permite la elección del tipo de pastillas y disco de freno. Se permite la sustitución de los latiguillos de freno por otros de diferente longitud.

La situación del accionamiento de la bomba de freno y la modificación de la leva de accionamiento es libre con la restricción de que, si su ubicación fuese el manillar, su longitud no podrá ser superior a 200 mm y su extremo deberá ser una esfera de un diámetro mínimo de 18 mm. La esfera podría estar rectificada con un plano de una anchura mínima de 14 mm, los bordes del plano han de ser redondeados.

#### **4.5. Estriberas**

Como requisito deberán tener protegidos los extremos con un tope de nilón de un radio mínimo de 8 mm.

Deberán disponer de protectores laterales para evitar que la bota del piloto pueda interferir con elementos móviles como cadena o neumático trasero.

#### **4.6. Manillar**

La anchura del manillar medida entre los extremos de los puños no podrá ser inferior a 450mm. (Figura 1)

Las puntas del manillar deberán ir protegidas con un tope de nilón redondeado de un radio mínimo de 8 mm.

No está permitido el uso de manillares o semimanillares contruados en aleación ligera.

Los soportes del manillar o semimanillares deberán estar diseñados con el fin de minimizar el riesgo de fractura en caso de caída. Se deberán utilizar radios mínimos de 2 mm en el anclaje para facilitar deformaciones sin fractura.

#### **4.7. Basculante**

El basculante deberá ser de fabricación propia. Está prohibido el uso de titanio, aleaciones ligeras y compuestos de fibra en la fabricación de los ejes de rotación del basculante.

Es obligatorio el uso de un protector de cadena que impida la interferencia entre el cuerpo del piloto y el punto de engrane cadena-corona en la rueda trasera.

#### **4.8. Llantas y neumáticos**

La organización suministrará las llantas y neumáticos y se prohíbe su modificación.

Sus dimensiones serán:

Delanteras 2.50"x17"

Traseras, 3.50" x 17

Esta prohibido el uso de titanio, aleaciones ligeras y compuestos de fibra en la fabricación de los ejes de ruedas.

Esta permitido el uso de protectores de nilón en los extremos del eje para posibles caídas. Estos protectores deberán ser redondeados con un diámetro igual o superior al del eje utilizado.

Los ejes de rueda no podrán sobresalir de su alojamiento en sus extremos más de 30 mm. No se consideran en esta medida posibles protectores de nilón.

#### 4.9. Protecciones para caídas

Se aconseja el uso de topes de nilón para proteger la motocicleta en caso de caída. También se permite el uso de protectores de fibra para chasis y cárter de motor.

### 5. CARENADOS

#### 5.1. Restricciones dimensionales

Todos los bordes y acabados del carenado han de ser redondeados. Radio mínimo 1 mm.

La anchura máxima del carenado será de 600 mm. (Figura 3)

Límite frontal: el carenado en ningún caso podrá sobrepasar la vertical frontal trazada tangencialmente a la circunferencia exterior del neumático delantero.

Límite posterior: el carenado en ningún caso podrá sobrepasar la vertical posterior trazada tangencialmente a la circunferencia exterior del neumático trasero.

Lateralmente: El carenado no podrá cubrir lateralmente al piloto a excepción de los antebrazos (esta excepción solamente en posición de mínima resistencia aerodinámica del piloto). La llanta posterior no podrá cubrirse en más de 180°.

Entre la altura del asiento y la parte más elevada del colín la cota máxima será de 150 mm.

La utilización de guardabarros no es obligatoria.

El guardabarros delantero no podrá cubrir más de 135° de la circunferencia del neumático medido desde la parte posterior del neumático con origen del ángulo en la horizontal que pasa por el eje de rueda. En esos 135° las dimensiones del guardabarros son libres.

Esta permitido el uso de alerones como pieza del carenado. Deberán no superar la anchura del carenado o del colín ni superar la altura de los extremos del manillar. El radio mínimo será de 2 mm. Se permite el uso de dispositivos móviles aerodinámicos.

#### 5.2. Seguridad

Todos los sobraderos de la motocicleta deberán redirigirse a un depósito de un mínimo de 250 cm<sup>3</sup> de capacidad para evitar vertido de líquidos. (Sobradero de aceite cárter, depósito de gasolina, refrigerante).

### 6. MOTOR

Deberá utilizarse el motor proporcionado por la organización. El motor se entregará sellado y se prohíbe totalmente su manipulación interna.

#### 6.1. Tipo

Motor monocilíndrico de 250 cm<sup>3</sup> 4 T tiempos con refrigeración líquida.

#### 6.2. Cilindro

No se permite ninguna modificación

#### 6.3. Culata

No se permite ninguna modificación

#### 6.4. Cárter

No se permite la modificación del mismo ni tan siquiera en sus anclajes externos.

#### 6.5. Caja de cambios

Esta prohibida la modificación de la caja de cambios en cualquiera de sus componentes. Tan sólo se per-

mite la instalación de sensores para la adquisición de datos.

### **6.6. Transmisión secundaria**

El tipo de transmisión es libre.

### **6.7. Embrague**

La situación del accionamiento de la leva del embrague es libre con la restricción de que su longitud no podrá ser superior a 200mm y su extremo deberá ser una esfera de un diámetro mínimo de 18 mm. La esfera puede estar rectificada con un plano de una anchura mínima de 14 mm, los bordes del plano han de ser redondeados.

### **6.8. Acelerador**

El acelerador ha de ser de retorno automático de manera que se asegure su cierre en caso de que el piloto suelte el mismo.

## **7. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE**

### **7.1. Carburador / Inyección**

El carburador es de libre elección. Se prohíbe el uso de carburadores cerámicos.

Sólo se permite una válvula de control del acelerador, el cual debe estar exclusivamente controlado por elementos mecánicos y manipulados por el piloto únicamente. No se permiten otros dispositivos móviles (excepto los inyectores) en el sistema de admisión antes de la válvula de entrada del motor.

Está permitido el uso de sistemas de inyección de carburante adicionales al carburador y la programación electrónica de los mismos. Los inyectores de combustible deben estar localizados aguas arriba de las válvulas entrada del motor.

Se permiten sistemas tipo RAM Air

### **7.2. Depósito de combustible**

El respiradero del depósito de combustible deberá estar provisto de una válvula de retención. El respiradero deberá verter en el depósito de sobrantes de líquidos.

El depósito de carburante de cualquier tipo deberá ir relleno con material retardante de llama o disponer de otro depósito flexible interno de seguridad. En el caso de los depósitos "no metálicos" es obligatorio el uso de este segundo depósito adicional de goma o resina. El fin de esta vejiga de seguridad no es otro que impedir el derrame de carburante en caso de rotura del depósito. Si se utiliza un depósito homologado no hay otro requisito.

Esta prohibido presurizar el depósito de carburante.

El tanque de gasolina deberá ser calificado como "apto" por la organización antes de la realización de las pruebas en cumplimiento de las consideraciones anteriormente expuestas.

### **7.3. Conductos de combustible**

Todos los conductos de combustible del depósito al carburador o sistema de inyección deberán estar provistos de racords estancos de seguridad. De manera que en caso de desprendimiento del depósito de la motocicleta sea el rãcord el que se desconecte y no otras uniones del conducto. Por tanto, para la apertura del rãcord la fuerza aplicada deberá ser, máximo, el 50% de la fuerza necesaria para desprender cualquier otra unión o rotura del material componente del conducto.

#### **7.4. Sistema de llenado**

El tapón del depósito de combustible deberá ser estanco y estar provisto de un sistema seguro de cierre que impida a posibilidad de desprenderse en caso de caída.

#### **7.5. Tipo de combustible**

El combustible será administrado por la organización.

Está prohibida la utilización de aditivos al carburante. En la cámara de combustión no podrán entrar otros agentes que no sean el combustible proporcionado por la organización y aire atmosférico.

### **8. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN**

#### **8.1. Refrigeración interna del motor**

No se permite la modificación del sistema de refrigeración interna del motor.

#### **8.2. Radiador**

El número, la situación, el tamaño y la composición de los radiadores son libres siempre y cuando cumplan con los requerimientos dimensionales de las cotas generales de la motocicleta.

#### **8.3. Líquidos refrigerantes**

Los líquidos refrigerantes utilizados no podrán ser otros que agua o aceite. Está prohibida la utilización de aditivos en estos refrigerantes. En las pruebas dinámicas la organización proveerá del líquido refrigerante común para todos los equipos.

### **9. SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE**

#### **9.1. Conductos de admisión**

La composición, dimensiones y situación de los conductos de admisión de aire son libres siempre que éstas cumplan los requerimientos dimensionales de las cotas generales de la motocicleta.

#### **9.2. Sistemas de sobrepresión**

Está prohibido el uso de sistemas "turbo" para el aumento de presión de gases en la admisión. Únicamente se permite el aprovechamiento aerodinámico del movimiento del vehículo mediante el uso de tomas de aire

### **10. SISTEMA DE ESCAPE**

El sistema de escape será de libre elección siempre que cumpla los requerimientos dimensionales generales de la motocicleta y la normativa sonora.

No se permiten sistemas de escape de longitud variable.

El ruido no debe sobrepasar los 115 db/A, medidos en un test estático.

No se permiten elementos móviles en el sistema de escape

### **11. INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

La composición de la instalación eléctrica deberá ser elaborada por cada equipo competidor. Esta prohibido el uso de una instalación comercial.

#### **11.1. Cableado**

El tipo de cable a utilizar, el diseño y la ejecución del mazo de cables son libres.

### **11.2. Conectores**

El tipo de conectores es libre. Se deberá tener en cuenta la posibilidad del correcto funcionamiento eléctrico de la motocicleta en condiciones de lluvia.

### **11.3. Componentes**

Se permite el uso de componentes comerciales. (bobinas, baterías, reguladores, conectores).

Todas las motocicletas deberán ir provistas de un botón de paro de seguridad en el lado izquierdo del manillar. Deberá estar indicado en color rojo para su fácil localización en caso de emergencia. Dicho botón de paro deberá cortar el suministro eléctrico a cualquier componente de la motocicleta.

## **12. SISTEMAS ELECTRÓNICOS**

### **12.1. Centralita**

La centralita para la gestión electrónica será proporcionada por la organización (coste aparte) a los equipos que la requieran. Se permite la utilización libre de otras centralitas.

### **12.2. Tablier**

El sistema de información utilizado en el tablier es libre.

### **12.3. Otros sistemas electrónicos**

Está permitido el uso libre de otros sistemas electrónicos como cambio semiautomático, limitadores de vueltas, sistemas de información, limitadores de velocidad, control de servos...

## **13. SISTEMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS**

Esta permitido el uso de sistemas de adquisición de datos relativos a parámetros de motor, dinámica de la motocicleta y comportamiento del piloto.

Se podrán utilizar sistemas comerciales o la adaptación de sistemas de otro tipo de vehículos.

Así mismo, se permite la utilización libre de todo tipo de sensores tanto de fabricación propia como reutilización de adaptaciones.

El software utilizado podrá ser comercial o de diseño propio.

## **14. OTROS COMPONENTES COMERCIALES**

Se permite el uso de elementos de adquisición comercial excepto los prohibidos explícitamente en este reglamento.

## **15. PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIONES TÉCNICAS**

Para el control y verificación de vehículos se creará una ficha para cada prototipo. Este documento será relleno por los verificadores técnicos en la fase previa a la competición. Una vez contrastados todos los apartados se deberá dar la calificación de "apto" para poder participar en las diferentes pruebas. Tras la verificación se fijará un adhesivo de la organización comprobante de la aceptación del prototipo.

### **15.1. Homologación del chasis**

La organización se reserva el derecho de verificar el chasis mediante una prueba previa a la competición. Se habrá de presentar previo a la competición un estudio teórico de cargas sobre el chasis.

La prueba se realizará en un potro de ensayo. Se aplicarán una carga horizontal progresiva sobre la pipa de la dirección de 275 kg en dirección longitudinal(dirección de marcha) a la motocicleta y vertical de 200 kg sobre el soporte trasero(subchasis). Estas cargas se aplicaran sucesivamente 5 veces consecutivas y se verificara que la medida es repetitiva en cuanto a deformación con un error entre medidas inferior a un10% y no aparece ningún tipo de fallo o fisura ni en los componentes ni en los elementos de unión. En la pagina web se muestra el esquema del banco y los componentes suplementarios que debe cada equipo aportar a la organización para estas pruebas .

### **15.2. Verificación de cotas generales**

Se medirán y supervisarán las cotas generales de diseño estipuladas en este reglamento.

### **15.3. Verificación de pesos**

Se acondicionará un centro de verificaciones y controles donde los participantes podrán verificar su vehículo.

Se podrá solicitar por la organización controles de pesos en cualquier fase de la competición.

Los controles se realizarán sobre el vehículo en orden de marcha con todos sus sistemas y componentes además de los líquidos necesarios para su uso.

Inicialmente se realizará una calibración del sistema de medida.

Se realizarán tres pesadas del vehículo y la media de los tres resultados será el valor asignado.

La tolerancia en la medida es 1 kg por debajo del mínimo.

### **15.4. Verificación de ruidos**

El prototipo será analizado en un espacio abierto donde no existan obstáculos en un radio de 10 m.

El ruido ambiente no podrá ser superior a 90 dB/A en un radio de 10 m. La medida se realizará a 50 cm del extremo del tubo de escape y en un ángulo de 45°. La medida límite será de 115 dB/A. La verificación se realizará a un rango fijo de revoluciones del motor. 7000 min<sup>-1</sup>.

### **15.5. Verificación del cumplimiento de la normativa de seguridad**

Se realizará una verificación completa de cada uno de los puntos referentes a seguridad de cada uno de los apartados descritos en este reglamento. Por encima de cualquier criterio técnico a nivel de prestaciones o construcción del vehículo deberá prevalecer, como prioritario, la seguridad de los participantes. Para ello, todos los prototipos deberán cumplir los requisitos de seguridad en cualquier fase de la competición. De manera especial se hace hincapié en la verificación del vehículo tras haber sufrido un accidente con el fin de garantizar la seguridad del mismo.

## **16. IDENTIFICACIÓN DE LA MOTOCICLETA**

### **16.1. Números y fondos**

Las medidas mínimas de los números serán de 140 mm de alto por 30 mm de ancho.

Las medidas mínimas de los fondos serán de 275 mm de ancho por 200 mm de alto.

El color de los números deberá ser negro y el fondo blanco.

Al menos 25 mm entorno a los números deberán estar libres de otros grafismos.

### **16.2. Identificación frontal**

La motocicleta deberá ser identificada con un dorsal frontal que permita una visualización clara del vehículo durante la competición.

### **16.3. Dorsales laterales**

Del mismo modo se deberá identificar la motocicleta lateralmente con el dorsal asignado.

### **16.4. Número de identificación de bastidor de la motocicleta**

Cada prototipo deberá disponer de número de chasis grabado en el mismo para la identificación del mismo en cualquier situación.

### **16.5. Nombre de la universidad**

En todos los prototipos deberá aparecer el nombre de la universidad o las iniciales en caracteres de un tamaño no inferior a 50 mm de alto por 30 mm de ancho.

### **16.6. Espacio en el bastidor para adhesivo de verificación técnica**

Se deberá proveer al bastidor de un espacio mínimo de 70 mm de ancho por 40 mm de alto para la fijación del adhesivo de verificación de la organización. Si no directamente en el bastidor, se deberá habilitar una placa para la fijación del mismo.

### **16.7. Espacio para soporte y alojamiento del transponder**

Se deberá habilitar un espacio para la fijación del transponder y su soporte. Este espacio deberá ser de un mínimo de 120 mm de alto por 120 mm de ancho, 60 mm de fondo.

El espacio deberá estar localizado en la parte derecha del vehículo y en una posición protegida de posibles caídas.

No deberá existir obstáculo de interferencia en la línea entre el transponder y el receptor en el lugar de medición. La organización suministrará las características dimensionales del transponder así como el tipo de soporte.

Es responsabilidad del equipo la correcta fijación del transponder.

## **17. FIGURAS**

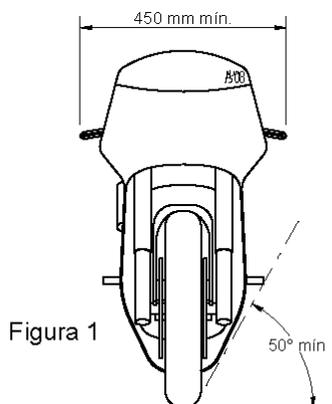


Figura 1

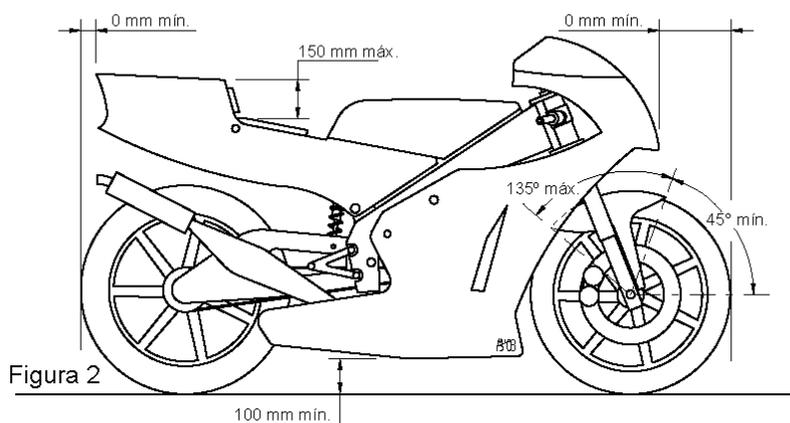


Figura 2

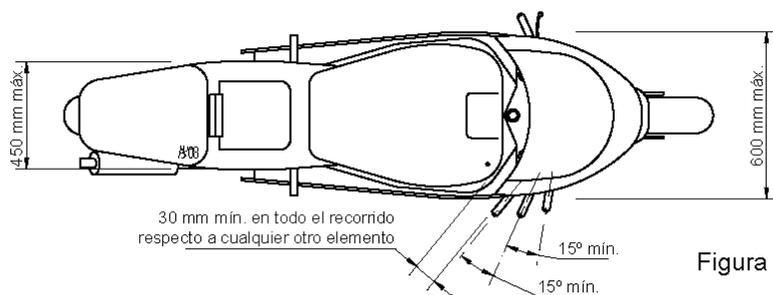


Figura 3



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

**SISTEMA DE ADMISIÓN, REFRIGERACIÓN Y ESCAPE EN UNA MOTO DE  
COMPETICIÓN**

**PRESUPUESTO**

Gerardo Herce Gil de Muro  
Pedro M<sup>a</sup> Diéguez Elizondo

Pamplona, a 08 de noviembre de 2012

# 1. ÍNDICE

---

1.1	Introducción .....	3
1.2	Estructura de los Capítulos.....	3
1.3	Presupuesto Parcial .....	4
1.4	Presupuesto General.....	7

## **1.1 Introducción**

Como objeto principal el presente presupuesto tiene como objetivo presentar en los números la realización del futuro vehículo, construcción y realización del proyecto.

Para conseguir un presupuesto lo más aproximado posible a la realidad se ha de tener en cuenta una premisa, este presupuesto se considera tan solo para la fabricación de un único prototipo, de manera que el coste representará únicamente la construcción de un prototipo y de los utillajes utilizados para la fabricación de forma medianamente artesanal.

El precio final puede parecer elevado debido a lo explicado anteriormente, dicho precio disminuiría si el vehículo fuese fabricado en serie, es lógico debido a que los costes de diseño se dividirían entre todos los vehículos construidos, así como las herramientas de construcción y las informáticas serían rentables y por tanto beneficiosas para la fabricación en serie.

El presente presupuesto se ha llevado a cabo de acuerdo con los planos del propio proyecto, así como el desarrollo de la memoria y los cálculos.

En cuanto a los materiales, la información relativa de los mismos, así como los precios unitarios de los mismos, ha sido obtenida de manuales y catálogos de los propios fabricantes o suministrador del material.

## **1.2 Estructura de los Capítulos**

A continuación se muestran los capítulos en los cuales ha sido dividido el presente presupuesto para el proyecto,

1. Coste de Ingeniería
2. Grupo Motor-propulsor
3. Sistema de Admisión
4. Sistema de Escape
5. Consumibles
6. Sistema de Refrigeración
7. Varios
8. Materiales
9. Costes de Fabricación
10. Equipos Opcionales

### 1.3 Presupuesto Parcial

Este apartado se podrá comprobar los presupuestos parciales por capítulo.

CAPÍTULO 1: COSTE DE INGENIERÍA				
UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
<b>Infraestructura</b>				
1.01	Amortización del Pc, Impresora, Programas informáticos.	- ud.	100,00 €	100,00 €
1.02	Materiales, Papel, Tinta, Electricidad, etc.	- ud.	50,00 €	50,00 €
<b>Horas de Ingeniería</b>				
1.03	Diseño.	100 h.	30 €/h	3.000,00 €
1.04	Cálculo y Análisis.	50 h.	30 €/h	1.500,00 €
1.05	Confección De Planos.	20 h.	30 €/h	600,00 €
<b>TOTAL CAPÍTULO 1: COSTE DE DISEÑO</b>				<b>5.250,00 €</b>

CAPÍTULO 2: GRUPO MOTOR PROPULSOR				
UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
2.01	Motor Yamaha YZ 250 F	1 ud.	1.250,00 €	1.250,00 €
2.02	Piñon 13 Dientes	1 ud.	34,90 €	34,90 €
2.03	Colector Serie en Titanio	1 ud.	356,00 €	356,00 €
2.04	Carburador	1 ud.	87,80 €	87,80 €
2.05	Tobera Admisión Goma	1 ud.	9,44 €	9,44 €
2.06	Brida Soporte Tubo Escape.	1 ud.	16,63 €	16,63 €
<b>TOTAL CAPÍTULO 2: GRUPO MOTOPROPULSOR</b>				<b>1.754,77 €</b>

CAPÍTULO 3: SISTEMA DE ADMISIÓN				
UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
3.01	Bridas Amarre Frontales	1 ud.	35,40 €	35,40 €
3.02	Kit Adhesivos Toma Frontal	1 ud.	40,20 €	40,20 €
3.03	Kit Fijación Conducto Admisión	1 ud.	16,80 €	16,80 €
3.04	Goma Unión Conducto-Airbox	1 ud.	18,90 €	18,90 €
3.05	Toma admisión Fibra Vidrio	1 ud.	63,80 €	63,80 €
3.06	Brida Junta Unión	2 ud.	10,90 €	21,80 €
3.07	Airbox Fibra Vidrio	1 ud.	56,00 €	56,00 €
3.08	Tornillería Fijación Toma Aire	1 ud.	5,90 €	5,90 €
3.09	Bridas Soporte Airbox	1 ud.	31,90 €	31,90 €
3.11	Plaste Fribra	2 ud.	40,90 €	81,80 €
3.12	Lijado	3 ud.	29,20 €	87,60 €
<b>TOTAL CAPÍTULO 3: SISTEMA DE ADMISIÓN</b>				<b>460,10 €</b>

#### CAPÍTULO 4: SISTEMA DE ESCAPE

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
4.01	Anillo Cierre Lumbrera Escape	1 ud.	3,70 €	3,70 €
4.02	Colector Escape Acero Inox.	1 ud.	65,00 €	65,00 €
4.03	Brida Sujeción Goma	1 ud.	6,90 €	6,90 €
4.04	Mangueta Cierre	2 ud.	2,60 €	5,20 €
4.05	Sopote Fijación Chasis	1 ud.	13,05 €	13,05 €
4.06	Distancial Para Mangueta Escape	2 ud.	2,20 €	4,40 €
4.07	Cono Empalme	1 ud.	34,10 €	34,10 €
4.08	Silencioso Escape Leo Vince SBK	1 ud.	385,90 €	385,90 €
4.09	Fibra Silenciosa Escape	2 ud.	11,90 €	23,80 €
4.10	Pletina Acero Sujeción Silencioso	2 ud.	7,20 €	14,40 €
4.11	Soporte Silencioso	1 ud.	3,60 €	3,60 €
4.12	Tornillos Sujeción Lumbrera Escape	2 ud.	7,10 €	14,20 €
4.13	Tornillo Sujeción Silencioso	1 ud.	4,40 €	4,40 €
<b>TOTAL CAPÍTULO 4: SISTEMA DE DIRECCIÓN</b>				<b>578,65 €</b>

#### CAPÍTULO 5: CONSUMIBLES

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
5.01	Cubre Filtro Aire para Lluvia	1 ud.	15,00 €	15,00 €
5.02	Filtro Aire Freeline D30	1 ud.	79,00 €	79,00 €
5.03	Filtro Gasolina Grande	1 ud.	4,00 €	4,00 €
5.04	Tubo para Filtro Aire	1 ud.	3,60 €	3,60 €
5.05	Bateria YUASA NP7-12 12V 7/Ah.	1 ud.	32,60 €	32,60 €
5.06	Bujias Denso	1 ud.	20,00 €	20,00 €
5.07	Cable Freno, Terminal a Barril	1 ud.	4,70 €	4,70 €
5.08	Cable Para Acelerador	1 ud.	1,00 €	1,00 €
5.09	Cadena DID HTM	1 ud.	30,60 €	30,60 €
5.10	Corona Aluminio Anodizada	1 ud.	12,50 €	12,50 €
5.11	Correa Bomba Agua	1 ud.	1,10 €	1,10 €
5.12	Cubre Cadena	1 ud.	2,60 €	2,60 €
5.13	Funda Acelerador HI-TECH.	1 ud.	1,60 €	1,60 €
5.14	Soporte	1 ud.	3,50 €	3,50 €
5.15	Aceite LEXOIL Sintético V-MAX 1 lt.	2 ud.	24,80 €	49,60 €
5.16	Anticongelante Refrigerante CASTROL Macoolant 1 lt.	3 ud.	3,33 €	9,99 €
5.17	Grasa Cadena FIMO Especial	1 ud.	11,20 €	11,20 €
5.18	Liquido Para Frenos Motul DOT 4 0,5 lt.	1 ud.	6,70 €	6,70 €
5.19	Spray Cadena FIMO	1 ud.	10,00 €	10,00 €
5.20	Spray Desengrasador FIMO	1 ud.	10,20 €	10,20 €
<b>TOTAL CAPÍTULO 5: CONSUMIBLES</b>				<b>309,49 €</b>

CAPÍTULO 6: SISTEMA DE REFRIGERACIÓN				
UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
<b>Radiador</b>				
6.01	Radiador CAGIVA Aluminio 320x140x32	1 ud.	90,50 €	90,50 €
6.02	Soporte Radiador	1 ud.	29,45 €	29,45 €
6.03	Silenbloc Radiador	1 ud.	2,95 €	2,95 €
6.04	Manguera Reforzada Refrigeración	1 ud.	39,72 €	39,72 €
<b>Bomba</b>				
6.05	Bomba de Agua Completa en Aluminio	1 ud.	23,60 €	23,60 €
6.06	Válvula Termostática Completa	1 ud.	45,70 €	45,70 €
6.07	Soporte Bomba de Agua	1 ud.	18,32 €	18,32 €
6.08	Polea Eje NYLON	1 ud.	7,08 €	7,08 €
6.09	Correa Bomba de Agua	1 ud.	1,42 €	1,42 €
6.10	Brida Tubo de Agua	8 ud.	1,50 €	12,00 €
<b>TOTAL CAPÍTULO 6: SISTEMA DE REFRIGERACIÓN</b>				<b>270,74 €</b>

CAPÍTULO 7: VARIOS				
UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
7.01	Deposito 18 lt. Con pendulo y retorno	1 ud.	34,00 €	34,00 €
7.02	Fijación Para Deposito	1 ud.	3,90 €	3,90 €
7.03	Tapon Top Deposito	1 ud.	5,90 €	5,90 €
7.04	Mangueta trasera	2 ud.	49,99 €	99,98 €
7.05	Push-Rod	1 ud.	37,00 €	37,00 €
7.06	Tornillería	1 ud.	30,00 €	30,00 €
7.07	Esparrago para Lumbreira	16 ud.	1,00 €	16,00 €
7.08	Prisionero Cable acelerador	1 ud.	0,40 €	0,40 €
7.09	Prisionero Cable Freno/Embrague	2 ud.	0,30 €	0,60 €
<b>TOTAL CAPÍTULO 7: VARIOS</b>				<b>227,78 €</b>

CAPÍTULO 8: MATERIALES				
UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
8.01	Kit Fibra Vidrio	78 ud.	2,04 €	159,12 €
8.02	Plaste Fibra	2 ud.	21,80 €	43,60 €
8.03	Espátula	8 ud.	9,04 €	72,32 €
8.04	Lijadora	1 ud.	34,04 €	34,04 €
<b>TOTAL CAPÍTULO 8: MATERIALES</b>				<b>309,08 €</b>

CAPÍTULO 9: COSTES DE FABRICACIÓN				
UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
<b>Horas de Taller</b>				
9.01	Preparación Kit Fibra	5 h.	25 €/h	125,00 €
9.02	Preparación Moldes	20 h.	25 €/h	500,00 €
9.03	Aplicación Fibra	15 h.	20 €/h	300,00 €
9.04	Lijado Superficies	10 h.	25 €/h	250,00 €
9.05	Aplicación Plaste	10 h.	20 €/h	200,00 €
9.06	Lijado Superficies	15 h.	15 €/h	225,00 €
9.07	Imprimación y Pintura	5 h.	20 €/h	100,00 €
9.08	Montaje	3 h.	20 €/h	60,00 €
<b>TOTAL CAPÍTULO 9: COSTES DE FABRICACIÓN</b>				<b>1.760,00 €</b>

## 1.4 Presupuesto General

En este apartado se suma el total de todos los capítulos del presupuesto parcial y se obtiene el presupuesto general del vehículo, su fabricación y diseño.

RESUMEN CAPÍTULOS		
		TOTALES
CAPÍTULO 1	COSTE DE INGENIERÍA	5.250,00 €
CAPÍTULO 2	GRUPO MOTOPROPULSOR	1.754,77 €
CAPÍTULO 3	CARROCERÍA PLÁSTICA	460,10 €
CAPÍTULO 4	SISTEMA DE DIRECCIÓN	578,65 €
CAPÍTULO 5	CONSUMIBLES	309,49 €
CAPÍTULO 6	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	270,74 €
CAPÍTULO 7	VARIOS	227,78 €
CAPÍTULO 8	MATERIALES	309,08 €
CAPÍTULO 9	COSTE DE FABRICACIÓN	1.760,00 €
<b>PRESUPUESTO TOTAL SIN I.V.A</b>		<b>10.920,61 €</b>
<b>PRESUPUESTO VEHÍCULO PROTOTIPO (18 % I.V.A)</b>		<b>12.886,32 €</b>

El presupuesto total, teniendo en cuenta el % en I.V.A., para la construcción de los sistemas es de 12.886,32 € (doce mil ochocientos ochenta y seis con treinta y dos céntimos).

Según el tipo de vehículo diseñado es necesaria la competición un equipamiento del piloto para su seguridad y confort durante la carrera.

Se muestra a continuación el desglose de un presupuesto opcional referido al equipamiento del piloto para la competición.

PRESUPUESTO EQUIPOS OPCIONALES				
CAPÍTULO 10: EQUIPAMIENTO PILOTO				
UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
10.01	Botas ARROXX	1 ud.	49,00 €	49,00 €
10.02	Casco MT	1 ud.	218,30 €	218,30 €
10.03	SotoCasco ARROXX	1 ud.	2,00 €	2,00 €
10.04	Guantes ARROXX	1 ud.	15,00 €	15,00 €
10.05	Mono Impermeable Transparente	1 ud.	89,00 €	89,00 €
10.06	Mono ARROXX Homologado	1 ud.	105,00 €	105,00 €
10.07	Mono Semi-Ignifugo	1 ud.	109,00 €	109,00 €
10.08	Protector Cervical HANS	1 ud.	395,95 €	395,95 €
10.09	Costillar Rigido ARROXX Top Q	1 ud.	79,00 €	79,00 €
10.10	Protector Codo Aluminio	1 ud.	16,00 €	16,00 €
10.11	Protector Rodillas ALPINESTARS	1 ud.	16,91 €	16,91 €
<b>TOTAL CAPÍTULO 10: EQUIPAMIENTO PILOTO</b>				<b>1.095,16 €</b>



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

**SISTEMA DE ADMISIÓN, REFRIGERACIÓN Y ESCAPE EN UNA MOTO  
DE COMPETICIÓN**

**BIBLIOGRAFÍA**

Gerardo Herce Gil de Muro  
Pedro M<sup>a</sup> Diéguez Elizondo

Pamplona, a 08 de noviembre de 2012

# 1. BIBLIOGRAFÍA

---

Lista de los libros de consulta, catálogos, documentos, artículos y página web, que han sido usados para la realización del PFC:

- MOTOCICLETAS. M. Arias-Paz. Ed. CIE Inversiones Editoriales Dossat 2.000 s.l. 2003
- MOTOCICLETAS, PUESTA A PUNTO DE MOTORES DE 4 TIEMPOS. Jhon Robinson. Ed. Paraninfo s.a. 1995
- DESIGNA AND SIMULATION OF FOUR-STROKE ENGINES. Gordon P.Blair. Ed. SAE internacional.
- MOTOCICLETAS, COMPORTAMIENTNO DINÁMICO Y DISEÑO DE CHASIS. Tony Foale. Ed. Tony Foale
- INGENIERÍA DE MOTOCICLETAS. Cesar Díaz de Cerio y José Sancho. Apuntes formativos.
- MÁQUINAS TÉRMICAS. Carlos María Sopena Serna. Apuntes formativos
- INGENIERÍA TÉRMICA. Juan José Aguas. Apuntes formativos
- MECÁNICA DE FLUIDOS. Frank M. White. Ed. Mc Graw Hill
- REGLAMENTO TÉCNICO. MotoStudent.
- INTERNAL COMBUSTION ENGINE FUNDAMENTALS. Heywood, J.B. Ed MacGraw-Hill.
- INTRODUCTION INTERNAL COMBUSTION ENGINES. Stone, R. SAE Publications 1995
- INTERNAL COMBUSTION ENGINES. Ferguson, C.R. Ed John Willey & Sons
- MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA ALTERNATIVOS. Muñoz, M y Payri, F. Sección Publicaciones de E.T.S.I. Industriales de Madrid. Madrid 1989.
- INFLUENCIA DE LA MORFOLOGÍA EN LOS SISTEMAS DE ADMISIÓN Y DE ESCAPE DE UN MOTOR DE CUATRO TIEMPOS. Egusquiza, E. y Virto, L. Revista: ETSIIT. Escuela Técnica Superior Ingenieros Industriales Tarrasa.
- TRUCAJE DE MOTORES DE CUATRO TIEMPOS. Miguel de Castro Vicente.  
© FULLWARE 2004
- The BG Tuning Manual
- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. Real Decreto 1215/1997
- Guía para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. Real Decreto 486/1997
  
- [www.gassattack.com](http://www.gassattack.com)
  
- [www.keihin-us.com/pwk.htm](http://www.keihin-us.com/pwk.htm)
  
- [www.muchoctia.es/Normas/IndiceN.html](http://www.muchoctia.es/Normas/IndiceN.html)
  
- <http://www.mscsoftware.com/>
  
- <http://www.aenor.es/aenor/inicio/home/home.asp>
  
- [www.motostudent.com](http://www.motostudent.com)
  
- [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)
  
- [www.google.com](http://www.google.com)