



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO INDUSTRIAL

Título del proyecto:

PUESTA A PUNTO DE UN MOTOR DE 2 TIEMPOS

## MEMORIA

Maite Arbeloa Murillo

Pedro María Diéguez Elizondo

Pamplona, 25 de Junio de 2010

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1</b>	<b>MotoStudent .....</b>	<b>8</b>
2.1.1	La competición .....	8
2.1.2	Fases de la competición .....	8
2.1.3	El equipo.....	12
<b>3</b>	<b>DATOS DE PARTIDA.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1</b>	<b>Reglamento técnico .....</b>	<b>14</b>
3.1.1	La motocicleta .....	14
3.1.2	Motor .....	14
3.1.2.1	Tipo.....	14
3.1.2.2	Cilindro .....	14
3.1.2.3	Culata.....	15
3.1.2.4	Cárter.....	15
3.1.2.5	Caja de cambios.....	15
3.1.2.6	Transmisión secundaria .....	15
3.1.2.7	Embrague .....	15
3.1.2.8	Acelerador .....	15
3.1.3	Sistema de alimentación de combustible .....	15
3.1.3.1	Carburador / Inyección .....	15
3.1.3.2	Depósito de combustible.....	15
3.1.3.3	Conductos de combustible .....	16
3.1.3.4	Sistema de llenado .....	16
3.1.3.5	Tipo de combustible .....	16
3.1.4	Sistema de refrigeración .....	16
3.1.4.1	Refrigeración interna del motor .....	16
3.1.4.2	Radiador .....	16
3.1.4.3	Líquidos refrigerantes.....	16
3.1.5	Sistema de admisión de aire .....	16
3.1.5.1	Conductos de admisión .....	16
3.1.5.2	Airbox .....	16
3.1.5.3	Sistemas de sobrepresión.....	17
3.1.6	Sistema de escape .....	17
3.1.7	Procedimientos de verificación técnicas .....	17
3.1.7.1	Verificación de ruidos.....	17
3.1.7.2	Verificación del cumplimiento de la normativa de seguridad .....	17
<b>3.2</b>	<b>Componentes estándar .....</b>	<b>18</b>
3.2.1	El motor .....	19
3.2.2	ECU .....	20
3.2.3	Bujía.....	20

3.2.4	Pipa.....	21
3.2.5	Bobina .....	21
3.2.6	Palanca de cambios.....	21
3.2.7	Llantas .....	21
3.2.8	Neumáticos .....	22
<b>3.3</b>	<b>Motocicleta de referencia .....</b>	<b>22</b>
3.3.1	GAS GAS EC 125-2008 .....	22
3.3.2	APRILIA RS 125 2008 .....	24
<b>4</b>	<b>CONOCIMIENTOS BÁSICOS .....</b>	<b>27</b>
<b>4.1</b>	<b>El motor de 2 tiempos .....</b>	<b>27</b>
4.1.1	Descripción.....	27
4.1.2	Funcionamiento .....	28
4.1.3	Evolución histórica .....	31
4.1.4	Motores de varios cilindros.....	34
4.1.5	Ciclo práctico.....	34
4.1.6	Diagramas de distribución.....	36
<b>4.2</b>	<b>Elementos del motor de dos tiempos.....</b>	<b>39</b>
<b>4.3</b>	<b>El escape en el motor de dos tiempos .....</b>	<b>40</b>
<b>4.4</b>	<b>Admisión en el 2 tiempos.....</b>	<b>45</b>
<b>4.5</b>	<b>La refrigeración .....</b>	<b>45</b>
4.5.1	Generalidades .....	45
4.5.2	Refrigeración líquida .....	47
4.5.2.1	Mezclas anticongelantes .....	47
4.5.2.2	Tipos de sistemas de refrigeración líquida .....	49
4.5.2.3	Disposición y funcionamiento de un sistema real .....	49
4.5.2.4	Radiador .....	50
4.5.2.5	Electroventilador .....	52
4.5.2.6	Termocontacto .....	52
4.5.2.7	Tapón de radiador .....	53
4.5.2.8	Depósito de reserva o expansión .....	54
4.5.2.9	Termostato .....	54
4.5.2.10	Bomba de agua .....	55
<b>5</b>	<b>ELABORACIÓN DE PROTOTIPO DE MOTO.....</b>	<b>57</b>
<b>5.1</b>	<b>Chasis.....</b>	<b>58</b>
<b>5.2</b>	<b>Tubo de escape .....</b>	<b>59</b>
<b>5.3</b>	<b>Carburador.....</b>	<b>60</b>
<b>5.4</b>	<b>Desarrollo .....</b>	<b>61</b>

<b>5.5</b>	<b>Aceites .....</b>	<b>63</b>
<b>5.6</b>	<b>Resultado final .....</b>	<b>65</b>
<b>6</b>	<b>PUESTA A PUNTO EN BANCO DE PRUEBAS.....</b>	<b>67</b>
<b>6.1</b>	<b>Principios básicos .....</b>	<b>67</b>
<b>6.2</b>	<b>Motolab .....</b>	<b>70</b>
6.2.1	¿Qué es Motolab? .....	70
6.2.2	¿Cómo es Motolab? .....	70
6.2.3	¿Cómo funciona Motolab? .....	71
6.2.4	¿Para qué sirve Motolab? .....	71
6.2.5	Ventajas de Motolab: .....	72
6.2.6	Sensores que utiliza Motolab: .....	72
6.2.6.1	Pinza de inducción .....	72
6.2.6.2	Encoder incremental .....	73
<b>6.3</b>	<b>Aspectos previos .....</b>	<b>74</b>
6.3.1	Carburador .....	74
6.3.2	Tubo de escape .....	81
6.3.3	Gasolina .....	81
<b>6.4</b>	<b>Resultados .....</b>	<b>81</b>
6.4.1	Introducción .....	81
6.4.2	Pruebas de iniciación.....	84
6.4.3	Pruebas de experimentación .....	92
6.4.3.1	Boquilla de escape: .....	99
6.4.3.2	Posición de aguja .....	101
6.4.3.3	Avance al encendido.....	106
<b>6.5</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>112</b>
<b>6.6</b>	<b>Líneas futuras.....</b>	<b>114</b>
<b>7</b>	<b>RADIADOR.....</b>	<b>115</b>
<b>7.1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>115</b>
7.1.1	Nuestro radiador .....	117
<b>7.2</b>	<b>Pérdidas de calor en M.C.I.A. ....</b>	<b>119</b>
7.2.1	Balance térmico de un motor.....	122
7.2.2	Influencia de diversos factores en las pérdidas de calor.....	124
<b>7.3</b>	<b>Distintas alternativas .....</b>	<b>125</b>
7.3.1	Pruebas Motor .....	125
7.3.2	Fabricante .....	126
7.3.3	Teórico.....	127
7.3.3.1	Mecanismo físico de la convección .....	127

7.3.3.2	Cálculos.....	130
7.3.4	Comprobación con Ansys.....	134
<b>7.4</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>138</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>139</b>
<b>9</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>140</b>

## **1 OBJETIVOS**

El objetivo general que se pretende alcanzar con la realización de este proyecto, consiste en la puesta a punto de un motor de dos tiempos mono cilindro de 125 cc.

Más concretamente se pretende comprobar el funcionamiento del tubo de escape fabricado para este motor y del carburador elegido para el mismo, con vistas a optimizar el funcionamiento del motor, intentando obtener el máximo rendimiento y que proporcione la máxima potencia posible.

Para ello se realizarán diversas pruebas en un banco de potencia inercial. Con el objetivo de conseguir la mayor potencia se realizarán distintos ensayos, en los que se combinan todos los elementos variables (chiclés, agujas, boquillas...), para finalmente elegir los que ofrecen mejores resultados. Esto supone un proceso de pruebas en taller. Allí se comprobará el funcionamiento del motor, además del buen resultado de los elementos comprados o fabricados para este motor.

Una vez comprobado el buen funcionamiento del motor, y elegida la combinación perfecta de los elementos para obtener la máxima potencia, se llevará a cabo un estudio del radiador a montar en la motocicleta. El radiador para la motocicleta está elegido, pero se necesita un estudio en profundidad para estar seguros de que la elección ha sido la correcta.

Este estudio se llevará a cabo contrastando varias alternativas. Desde el punto de vista del fabricante, del estudio del motor y teóricamente, además de los resultados obtenidos mediante un programa informático. En cada una de ellas se estudiará la eficacia del radiador para evacuar el calor requerido por el motor.

## 2 ANTECEDENTES

A finales de 2008, en la Universidad Pública de Navarra (UPNA) se presentó la oportunidad de participar en la primera edición de **MotoStudent**. Se trata de una competición promovida por la fundación Moto Engineering, que plantea un desafío entre equipos de estudiantes de últimos cursos de ingeniería de distintas universidades españolas y europeas. Cada equipo tiene que diseñar y desarrollar un prototipo de motocicleta de competición de 125 centímetros cúbicos. Posteriormente, se evaluarán en una competición que tendrá lugar en las instalaciones de MotorLand Aragón.

Los estudiantes, en un periodo de tiempo de tres semestres (18 meses), han de demostrar y probar su capacidad de creación e innovación, así como habilidad para aplicar directamente sus capacidades como ingenieros en comparación con equipos de universidades de todo el mundo.

Las motos serán evaluadas en una serie de eventos: 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.

Al inicio de 2009, logramos configurar un equipo de estudiantes para sumergirnos de lleno en este reto, que ofrecía una ocasión única para enriquecer nuestro Proyecto Final de Carrera. Competir en esta primera edición supone trabajar en equipo para poder abrir camino en un mundo prácticamente desconocido para nosotros. La creación de un colectivo de estas características tiene un gran enfoque práctico y empresarial. Todos debemos aprender y colaborar en diferentes tareas generales del proyecto: ponerle nombre al equipo, realizar un logotipo, buscar patrocinadores, etc. Luego, cada estudiante aprovechará la ocasión para realizar su propio Proyecto Final de Carrera, profundizando en temas concretos.

Una vez creado el equipo y cumplidas las primeras pautas, se realizó la distribución de los posibles proyectos entre los miembros del mismo. Se elaboró un listado abarcando aspectos generales necesarios para diseñar y construir una moto y cumplir con las bases de la competición (diseño del chasis, diseño del basculante, estudio general del motor, fabricación, etc.).

En lo personal, se me asignó la parte relacionada con el motor. De ahí que este Proyecto Final de Carrera se base en la puesta a punto de un motor de 2 tiempos.

A continuación se explica más detalladamente el origen de este proyecto, para permitir una mejor comprensión del marco en que se desarrolla.

## 2.1 MotoStudent

### 2.1.1 La competición

La competición MotoStudent promovida por la fundación Moto Engineering Foundation (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 2tiempos, 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 si 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.

### 2.1.2 Fases de la competición

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 pasa a la siguiente fase: diseño. En esta fase, en la que nos encontramos actualmente, debemos diseñar completamente la moto de competición ciñéndonos 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, colaboradores y la universidad. A la par que el diseño de los distintos componentes, se deberán desarrollar distintos medios para la construcción de los componentes que lo requieran así como la compra de otros elementos, para de esta forma llegar a construir la moto.

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.

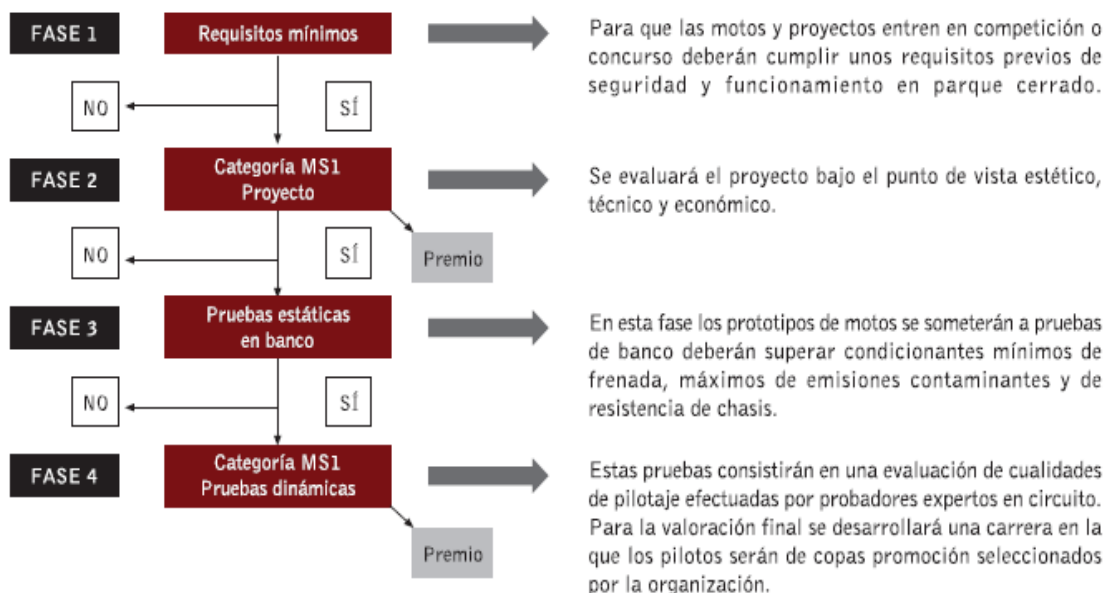


Durante toda la competición (fase de diseño y carrera), la Organización exigirá a los equipos ciertas justificaciones así como requisitos mínimos que deba cumplir la moto. Son los siguientes:

- 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, antes del 8 de Mayo del 2009.
- Presentación de diseño cerrado. Antes del 31 de Marzo de 2010 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 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:
  1. Prueba de resistencia de chasis según especificaciones de reglamento técnico.
  2. Prueba de frenada en banco de rodillos según especificaciones de reglamento técnico.
  3. 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:
  1. Capacidad de frenada
  2. Capacidad de aceleración
  3. Maniobrabilidad
  4. Estabilidad
  5. 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.

A continuación se muestra un esquema resumiendo las distintas fases mencionadas:



La competición de MotoStudent es sobre todo una competición ingenieril, no se puede resumir solo en una carrera. El ganador será el equipo que consiga la mayor cantidad de puntos en las distintas fases. La evaluación corresponderá en cada caso a un jurado designado por la organización, ésta es la forma en que se repartirán los puntos:

### 1. Proyecto industrial, 600 puntos en total como máximo divididos en:

- Diseño industrial: 150 puntos
- Análisis y cálculos técnicos: 175 puntos
- Definición del sistema de fabricación e industrialización: 175 puntos
- Análisis de costos del desarrollo del prototipo y del proceso industrial de fabricación: 100 puntos

### 2. Evaluación de las prestaciones, 400 puntos en total como máximo divididos en:

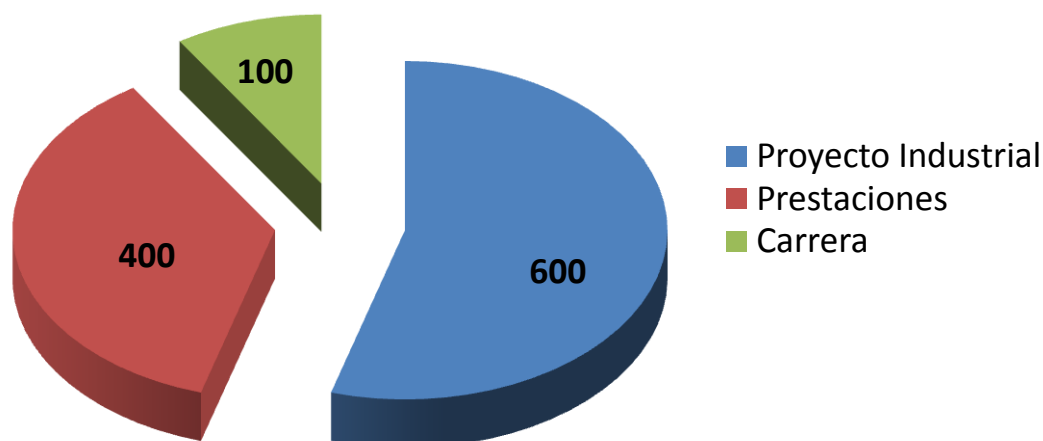
- Capacidad de frenada: 80 puntos
- Capacidad de aceleración: 80 puntos
- Maniobrabilidad: 80 puntos
- Estabilidad: 80 puntos
- Velocidad punta: 80 puntos

### 3. Carrera, 100 puntos como máximos para el vencedor:

Puesto en carrera	Puntos
<b>Primero</b>	100
<b>Segundo</b>	90
<b>Tercero</b>	85
<b>Cuarto</b>	80
<b>5º a 9º</b>	76-60 (4 puntos de diferencia entre cada puesto)
<b>10º a 15º</b>	57-42 (3 puntos de diferencia entre cada puesto)
<b>16º a 30º</b>	40

Aquellos equipos que no terminen la carrera no obtendrán ningún punto en esta fase.

### Puntos en juego en cada fase



Así pues, mediante este sistema de puntuación la intención clara de la Organización es premiar aquellos proyectos industriales y de diseño mejores, dando menos importancia a la carrera, donde pueden intervenir muchos factores que los participantes no controlan, por ejemplo la elección del piloto, que será elegido al azar entre unos candidatos proporcionados por la organización el mismo fin de semana de la carrera. Además se puede ver que dentro de la puntuación de la carrera las diferencias por puesto no son muy exageradas y se da mucha importancia al hecho de haber construido una moto capaz de correr y completar la prueba.

Para una información más detallada acerca de la competición MotoStudent, se deberá consultar el Reglamento Funcional redactado por la Organización que aparece recogido en el “Anexo I”, presente en los documentos de este proyecto o en la propia página web de la Organización: [www.motostudent.com](http://www.motostudent.com)

### 2.1.3 El equipo

El equipo que representa a la UPNa en esta competición, se constituyó en un principio con 11 estudiantes de esta misma universidad de las titulaciones de Ingeniería Industrial (II) e Ingeniería Técnica Industrial Mecánica (ITIM), si bien actualmente consta de un total de 14 estudiantes:

Nombre	Titulación	Curso	Proyecto
<b>Maite Apesteguía Amorena</b>	ITIM	3	Maqueta 3D
<b>Javier Arana Santamaría</b>	II	5	Industrialización serie de 500 unidades
<b>Maite Arbeloa Murillo</b>	II	5	Pruebas del motor
<b>Ignacio Arenaza Borja</b>	ITIM	3	Basculante
<b>Xabier Arteta Erviti</b>	II	5	Fabricación del prototipo
<b>Ángela Cildoiz Gueembe</b>	ITIM	3	Estudio del escape
<b>María Cildoiz Gueembe</b>	ITIM	3	Estudio de la admisión
<b>Iria Coba Antón</b>	II	5	Chasis alternativo de aluminio
<b>Joaquín Eransus Soba</b>	II	5	Industrialización serie de 500 unidades
<b>Ibai Irigoien Ulayar</b>	II	5	Determinación de geometría básica y cargas
<b>Álvaro Larumbe Valencia</b>	II	5	Piecerío y dirección
<b>Ernesto Limousin Aranzábal</b>	II	5	Chasis de acero
<b>Miguel Ángel Urgelles Asensio</b>	II	5	Gestión y organización
<b>Unai Zabala Versteeg</b>	II	5	Aerodinámica

Todos ellos cumplen con los requisitos impuestos por la Organización del evento para poder participar en la competición. Además el equipo se encuentra dirigido por los profesores de la UPNa:

José Sancho

Cesar Díaz de Cerio

Y ha sido inscrito en la competición con el nombre de: ETSIIT-UPNa Racing, contando incluso con logotipo y página web propia:



[www.upnaracing.com](http://www.upnaracing.com)

Además disponemos de un grupo de apoyo que participa en el desarrollo técnico, pero sin estar inscritos oficialmente en la competición, que aportan conocimiento y ayuda al grupo oficial en el desarrollo de toda la competición.

Este grupo de apoyo consta de todo tipo de personas como otros alumnos y profesores de la propia universidad, mecánicos de distintos talleres especializados en motocicletas, profesores de otros centros, etc. que además ayudan de forma desinteresada. Por otro lado tenemos empresas patrocinadoras, las cuales algunas aportan dinero, otras aportan materiales y herramienta y otras nos ofrecen sus servicios de soldadura, diseño de publicidad, etc.

### **3 DATOS DE PARTIDA**

A continuación se van a describir los datos de que se dispone para iniciar la puesta a punto 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 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.

#### **3.1 Reglamento técnico**

La Organización ha establecido un reglamento técnico (Anexo II) 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 motor. Por tanto este estudio deberá centrarse principalmente, en las partes del Reglamento referentes a todo aquel elemento o sistema relacionado con el motor que tenga 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:

##### **3.1.1 La motocicleta**

El objetivo de la competición es la construcción de 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 de carreras de velocidad.

##### **3.1.2 Motor**

Deberá utilizarse el motor proporcionado por la organización. El motor se entregará sellado y se prohíbe totalmente su manipulación interna.

###### **3.1.2.1 Tipo**

Motor monocilíndrico de 125cc 2T, refrigeración líquida.

###### **3.1.2.2 Cilindro**

Caja de láminas: no se permite su modificación. En caso de rotura se permite el recambio original.

### **3.1.2.3 Culata**

No se permite el mecanizado de la culata par el uso de detonación.

### **3.1.2.4 Cáster**

No se permite la modificación del mismo ni tan siquiera en sus anclajes externos.

### **3.1.2.5 Caja de cambios**

Está prohibida la modificación de la caja de cambios en cualquiera de sus componentes. Tan sólo se permita la instalación de sensores para la adquisición de datos.

### **3.1.2.6 Transmisión secundaria**

El tipo de transmisión es libre.

### **3.1.2.7 Embrague**

La situación del accionamiento de la leva del embrague es libre con la restricción de que su longitud no podrá ser superior a 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.

### **3.1.2.8 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.

## **3.1.3 Sistema de alimentación de combustible**

### **3.1.3.1 Carburador / Inyección**

El carburador es de libre elección. Se prohíbe el uso de carburadores cerámicos.

Está permitido el uso de sistemas de inyección de carburante adicionales al carburador y la programación electrónica de los mismos. (Sistemas “powerjet”)

### **3.1.3.2 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 deposito adicional de goma o resina. El fin de esta vejiga de seguridad no es otro que impedir el de-rrame de carburante en caso de rotura del depósito.

Está 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.

### **3.1.3.3 Conductos de combustible**

Todos los conductos de combustible del depósito al carburador o sistema de inyección deberán estar pro-vistos de racords estancos de seguridad. De manera que en caso de desprendimiento del depósito de la motocicleta sea el récord el que se desconecte y no otras uniones del conducto. Por tanto, para la apertura del récord la fuerza aplicada deberá ser, máximo, el 50% de la fuerza necesaria para desprender cualquier otra unión o rotura del material componente del conducto.

### **3.1.3.4 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.

### **3.1.3.5 Tipo de combustible**

El combustible será administrado por la organización y corresponderá a gasolina comercial de 98 Octanos.

El aceite para la realización de la mezcla será de libre elección.

Est  prohibida la utilización de aditivos al carburante mejoradores del índice de Octano.

## **3.1.4 Sistema de refrigeración**

### **3.1.4.1 Refrigeración interna del motor**

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

### **3.1.4.2 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.

### **3.1.4.3 Líquidos refrigerantes**

Los líquidos refrigerantes utilizados podrán ser agua o refrigerantes comerciales.

## **3.1.5 Sistema de admisión de aire**

### **3.1.5.1 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.

### **3.1.5.2 Airbox**

La composición, dimensiones y situación de las cajas de aire son libres siempre que éstas cumplan los requerimientos dimensionales de las cotas generales de la motocicleta.



### **3.1.5.3 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 y sistemas de airbox.

### **3.1.6 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.

### **3.1.7 Procedimientos de verificación técnicas**

Para el control y verificación de vehículos se creará una ficha por cada prototipo. Este documento será rellenado 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.

#### **3.1.7.1 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 113 dB/A.

La verificación se realizará a un rango fijo de revoluciones del motor 5000 rpm.

#### **3.1.7.2 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.

### 3.2 Componentes estándar

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 de 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.

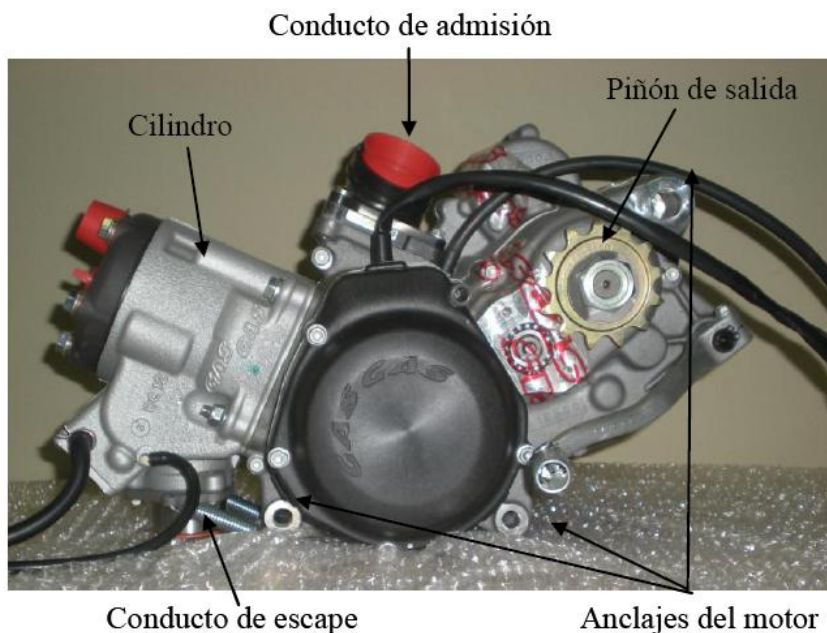
Las piezas proporcionadas por la Organización son:

- Motor
- ECU
- Bujía
- Palanca de cambios
- Bobina
- Pipa
- Horquilla delantera
- Amortiguador trasero
- Sistema de frenos:
  - Bomba
  - Pinza delantera
  - Pinza trasera
  - Maneta
- Llantas
- Neumáticos

De entre ellas sólo algunas están en relación con la puesta a punto del motor en el banco de pruebas objeto del proyecto. Por ello a continuación se aporta toda la información existente sobre ellas.

### 3.2.1 El motor

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



El motor presenta la siguiente ficha técnica:

*Marca:* Gas Gas

*Modelo:* MEH 12-08

*Tipo:* dos tiempos

*Número de cilindros:* Uno

*Refrigeración:* líquida

*Diámetro por carrera:* 54 x 54,5

*Cilindrada total:* 124 cc

*Encendido: electrónico:* CDI (KOKUSAN FP 8050)

*Arranque:* a palanca

*Embrague:* multidisco en baño de aceite.

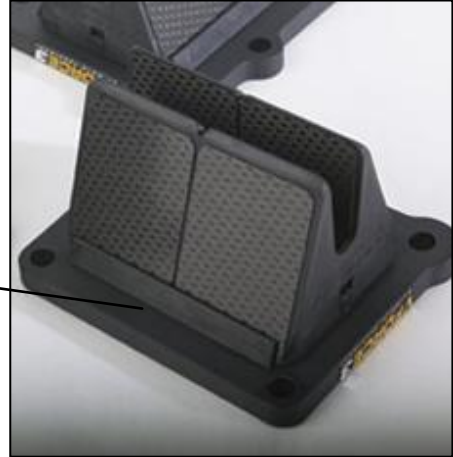
Accionamiento hidráulico

*Cambio:* seis velocidades

*Transmisión primaria:* por engranajes

*Caja de láminas:* VForce 3

*Válvula de escape:* mecánica centrífuga



### 3.2.2 ECU

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



*Modelo:* KOKUSAN DENKI

*Case:* PBT

*Filling:* PUR

### 3.2.3 Bujía

La bujía proporcionada por la Organización es del tipo:



*Marca:* DENSO

*Modelo:* ESR-U

*Potencia:* 27 W

### 3.2.4 Pipa

La pipa posee las siguientes características:



*Marca: NGK*  
*Resistencia: 5 KΩ*

### 3.2.5 Bobina

La bobina es del tipo:



*Marca: KOKUSAN*  
*Modelo: IG 3834 080806*

### 3.2.6 Palanca de cambios

### 3.2.7 Llantas

La organización proporciona las mismas llantas a todos los equipos, estas son las que monta la derbi gpr de 50 cc.



*Derbi gpr 50cc*

### 3.2.8 Neumáticos

Los neumáticos al igual que las llantas son proporcionados por la organización y comunes para todos los equipos. Se trata de neumáticos DUNLOP motorsport, el delantero será un 95/70R17 y el trasero un 115/70R17.



*Neumáticos Dunlop*

### 3.3 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.

#### 3.3.1 GAS GAS EC 125-2008

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



*Modelo: Gas Gas Ec 125 - 2008*

De donde se deduce que se trata de una moto de enduro con motor de Gas Gas de 125cc y realizada en 2008.

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

--- ESTRUCTURA DE LA MOTO ---

<i>Chasis</i>	Deltabox fabricado con tubos rectangulares en cromoly
<i>Suspensión delantera</i>	Horquilla invertida
<i>Diámetro barras</i>	45 mm.
<i>Recorrido</i>	295 mm.
<i>Suspensión trasera</i>	Basculante de aluminio. Sistema progresivo con amortiguador de carrera
<i>Recorrido</i>	310 mm.
<i>Freno delantero</i>	Bomba y pinza de doble pistón
<i>Diámetro</i>	Disco de 260 mm
<i>Accionamiento</i>	2 pistones
<i>Freno trasero</i>	Bomba y pinza pistón simple
<i>Diámetro</i>	Disco de 220 mm
<i>Accionamiento</i>	1 pistón
<i>Neumático delantero</i>	90/90/21"
<i>Neumático trasero</i>	140/80/18"

--- DATOS GENERALES ---

<i>Distancia entre ejes</i>	1.460 mm
<i>Altura del asiento</i>	945 mm
<i>Peso en vacío</i>	92 kg
<i>Capacidad del depósito</i>	9.5 litros

--- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS ---

<i>Cilindrada</i>	124 cc
<i>Tipo de motor</i>	Monocilíndrico 2 tiempos con admisión por láminas directamente al cárter y válvula de escape
<i>Refrigeración</i>	Líquida
<i>Diámetro x carrera</i>	54 x 54,5 mm
<i>Alimentación</i>	Carburador 38 mm
<i>Encendido</i>	Volante Magnético Digital CDI
<i>Embrague</i>	Multidisco con mando hidráulico
<i>Transmisión</i>	6 velocidades

### 3.3.2 APRILIA RS 125 2008

Como ha podido observarse, la motocicleta que incorpora el motor proporcionado por la Organización es una moto de Enduro, por lo que existen grandes diferencias respecto la que se va a intentar diseñar, al tratarse en este caso de una moto de competición de velocidad. Por ello se ha considerado interesante analizar, del mismo modo que se ha hecho anteriormente, una motocicleta de características similares a la que se va a diseñar.



*Aprilia RS 125 2008*

De entre todos los modelos existentes en el mercado, se ha elegido la Aprilia RS125 del 2008, ya que es una motocicleta que se ajusta mucho a los modelos de competición de la GP.



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

--- ESTRUCTURA DE LA MOTO ---

<i>Chasis</i>	Doble viga inclinada en fundición de aluminio, con estructura monocasco de pared delgada y nervios cruzados de refuerzo
<i>Suspensión delantera</i>	Horquilla telehidráulica de barras invertidas
<i>    Diámetro barras</i>	44 mm.
<i>    Recorrido</i>	120 mm.
<i>Suspensión trasera</i>	Basculante oscilante en fundición de aluminio con brazos asimétricos
<i>    Recorrido</i>	120 mm.
<i>Freno delantero</i>	Disco flotante con pinza radial de cuatro pistones
<i>    Diámetro</i>	Disco de 320 mm
<i>    Accionamiento</i>	4 pistones
<i>Freno trasero</i>	Disco y pinza de dos pistones
<i>    Diámetro</i>	Disco de 220 mm
<i>    Accionamiento</i>	2 pistón
<i>Neumático delantero</i>	110/70/17"
<i>Neumático trasero</i>	150/60/17"

--- DATOS GENERALES ---

<i>Distancia entre ejes</i>	1.345 mm
<i>Altura del asiento</i>	805 mm
<i>Capacidad del depósito</i>	14 litros

--- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS ---

<i>Cilindrada</i>	124,8 cc
<i>Tipo de motor</i>	Monocilíndrico 2 tiempos con admisión por láminas directamente al cárter y válvula de escape
<i>Refrigeración</i>	Líquida
<i>Diámetro x carrera</i>	54 x 54,5 mm
<i>Alimentación</i>	Carburador Dell 'Orto PHBH 28
<i>Encendido</i>	Electrónico
<i>Embrague</i>	Multidisco con baño en aceite
<i>Transmisión</i>	6 velocidades

## **4 CONOCIMIENTOS BÁSICOS**

### **4.1 El motor de 2 tiempos**

El motor de dos tiempos es, junto con el de cuatro, el más utilizado en las motocicletas desde sus inicios. Sus orígenes se remontan a finales de la década pasada. Su ciclo fue desarrollado teóricamente por el inglés Clerk, en el año 1879, y los primeros experimentos con motores caracterizados por tener fase de compresión en el cárter se deben a Karl Benz, que en el año 1880 experimentó con unos modelos contruidos por el mismo. Los primeros modelos de serie aparecieron en las motos a principios del siglo XX, y desde entonces ha sido uno de los más utilizados en ese sector.

#### **4.1.1 Descripción**

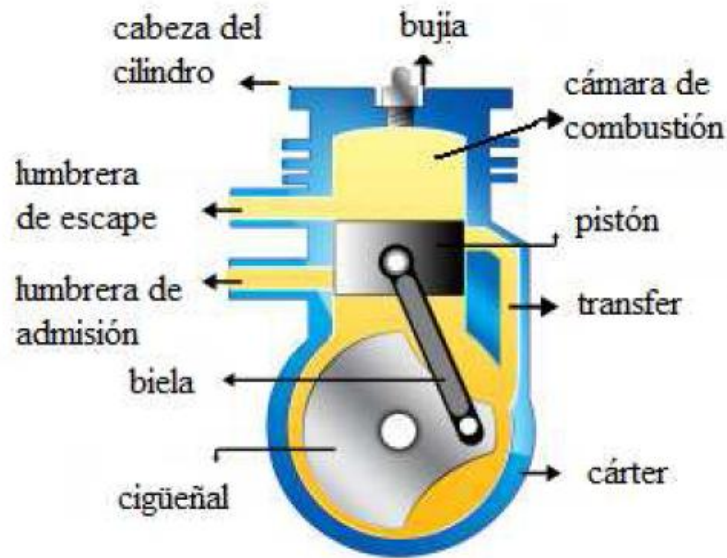
El motor de dos tiempos tiene unas indudables ventajas en vehículos ligeros y económicos, debido por una parte a su simplicidad y por otra a su sencillez de fabricación, que lo hace muy indicado para los modelos más pequeños. Con respecto a su gran rival, el motor de cuatro tiempos tiene estas ventajas, así como una mejor potencia específica, pero dispone de un rendimiento menor, y de unos mayores niveles contaminantes.

El motor de dos tiempos recibe este nombre por el número de carreras en que el propulsor es capaz de realizar un ciclo completo. Al igual que el resto de los motores que funcionan bajo el ciclo de Otto, tiene cuatro ciclo, diferenciados, que responden a las fases de admisión, compresión, combustión y escape.

Mantienen un grupo alternativo similar al del motor de cuatro tiempos, con un pistón que se encarga de comprimir la mezcla al recibir la energía producida en la combustión de la mezcla de aire y gasolina, una biela que transmite el movimiento, y un cigüeñal que convierte en giro el movimiento alternativo de la biela y el pistón.

Las diferencias estructurales más importantes vienen dadas por el apartado de la distribución. En este caso no hay válvulas, ni por tanto sistemas de accionamiento. La culata es únicamente una tapa del cilindro en la que se instala la bujía de encendido. Por su parte el cárter se encarga de la función de alimentación, conectándose con él los conductos exteriores de admisión, y de él salen a su vez otros denominados “transfers” o “conductos de transferencia”, que lo conectan lateralmente con el cilindro, salvando el pistón.

En la figura se pueden observar los diferentes elementos que componen uno de estos motores:



#### 4.1.2 Funcionamiento

Aunque el motor de dos tiempos funciona en base a un ciclo con cuatro fases, éstas se realizan únicamente en dos carreras del pistón, que corresponden con una vuelta del cigüeñal. Para poder realizar todos los trabajos en un periodo de tiempo tan corto, este motor debe utilizar no sólo la parte superior del pistón como cámara en la que los gases tienen sus procesos, sino también la parte inferior. La zona superior, limitada por la cabeza del pistón y la culata, se encarga del proceso de combustión, con las correspondientes fases de admisión, compresión, explosión y escape, solapándose la primera y la última, de modo que, al contrario que en un cuatro tiempos en el que únicamente coincidían en un corto periodo de tiempo denominado “cruce de válvulas”, en este motor se realizan casi conjuntamente. Esto obliga a realizar una parcelación del cilindro, de manera que los gases quemados y los frescos no se mezclan.

La zona comprendida entre la parte inferior del pistón y el cigüeñal se encarga al mismo tiempo de los procesos de admisión, realizando la tarea previa de introducir el gas desde el exterior en el motor. Para unir ambas zonas se realizan los transfers, que unen de manera intermitente las dos cámaras creadas.

Con el fin de facilitar la compresión del funcionamiento del motor de dos tiempos, a continuación se detalla el funcionamiento de dicho motor, teniendo como referencia las dos carreras que efectúa el pistón. Dichas carreras, se dividen en tres tercios aproximadamente cada una de ellas:

- CARRERA DESCENDENTE

- *Primer tercio de recorrido:* El pistón se encuentra en el P.M.S. y el salto de chispa acaba de producirse provocando el desplazamiento del pistón hacia P.M.I. Las lumbreras de escape y de transferencia se encuentran cerradas, mientras la de admisión se encuentra abierta, y comienza a ser eficaz la precompresión.



- *Segundo tercio de recorrido:* En el cárter se produce el tiempo de precompresión que finalizará con la apertura de las lumbreras de transferencia. Por la parte superior comienza a descubrirse la lumbrera de escape, iniciándose el escape espontáneo y tras un pequeño recorrido del pistón se descubren las lumbreras de transferencia.



- *Ultimo tercio de recorrido:* Termina el tiempo de precompresión al abrirse las lumbreras de transferencia y se produce la entrada de gases frescos en el interior del cilindro, provocando además la expulsión del resto de los gases de escape (barrido).



- CARRERA ASCENDENTE

- *Primer tercio de recorrido:* Tanto las lumbreras de transferencias como las de escape permanecen abiertas.
- *Segundo tercio de recorrido:* Se cierran las lumbreras de transferencias, mientras la lumbrera de escape permanece abierta.



- *Tercer tercio de recorrido:* Se cierra la lumbrera de escape y se produce la compresión de la mezcla al tiempo que se abre la lumbrera de admisión comenzando el proceso de admisión.



#### 4.1.3 Evolución histórica

El motor de dos tiempos no pudo rivalizar con el de cuatro hasta bien entrado el siglo XX. Conocido desde finales del siglo XIX, comenzó a montarse en motocicletas a principios del siglo XX, y mantuvo un mercado bastante amplio en sectores más económicos. En los años 20 y 30, multitud de motocicletas equipaban modelos de dos tiempos, siendo las marcas más especializadas en este tipo de propulsor la Lewis y, sobre todo, la Scott inglesa, la única marca que consiguió éxitos deportivos con este ciclo. Los alemanes de DKW, Puch, NSU y Zundapp también se especializaron más tarde en motores de dos tiempos. De hecho, estos motores, debido a la ausencia de elementos de distribución, tendieron en algunos casos a evolucionar hacia motores de varios cilindros con una única cámara de combustión, con bielas independientes o dobles, en las que las marcar Puch y Garelli fueron las más insistentes.

Realmente, el motor de dos tiempos no llega a la mayoría de edad, hasta que el técnico alemán, Walter Kaaden investiga los fenómenos ondulatorios en los escapes y aprovecha las ondas creadas en el mismo para optimizar el rendimiento del ciclo, consiguiendo un aumento espectacular de la potencia, y lanzando al motor de dos tiempos a la cima en la competición.

El segundo gran paso lo realizaron los fabricantes japoneses, que impusieron este tipo de mecánicas simples y muy potentes en los mercados mundiales de los años 60 y 70, hasta que los problemas con la contaminación iniciaron su declive en las cilindradas mayores.

Actualmente, los motores de dos tiempos vuelven a estar reducidos a las cilindradas inferiores, donde es necesario alcanzar unas cifras de potencia elevadas con propulsores de cilindrada muy baja. En cilindradas superiores, los de cuatro tiempos se imponen por restricciones ecológicas.

Para estudiar su evolución, se pueden observar varios ejemplos en diferentes épocas históricas.

En la figura aparece un motor Zundapp del año 1922, en el que las diferencias estructurales con respecto a los propulsores actuales son bastante elevadas. El cilindro A dispone de una carrera muy grande respecto al diámetro, las lumbreras son muy pequeñas, de manera que los periodos de admisión y escape son muy cortos. El pistón P que se ve seccionado dispone en su cabeza de un deflector D para orientar el flujo de los transfers T hacia arriba. Otra característica peculiar es el tubo de escape B, que es un simple tubo que conduce los gases al exterior. Las formas simples se amplían a elementos como el carburador R o el enorme volante de inercia I necesario en esos tiempos para mantener una marcha mínimamente regular.

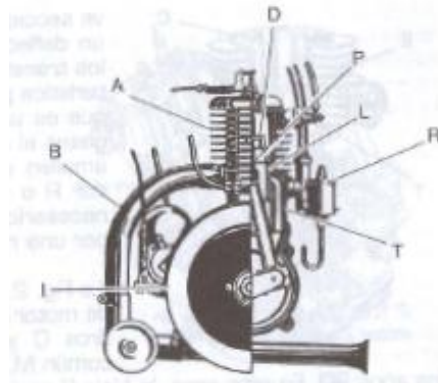


Figura 4.1: Motor Zundapp de dos tiempos de 1922

La siguiente figura muestra un típico ejemplo de motor de dos tiempos con varios cilindros C y una cámara de combustión común M, en concreto un motor Puch de los años 30. En este caso, la biela B es única y se bifurca formando una horquilla para sujetar los dos pistones P. Debido a la ausencia de actuación del tubo de escape, las lumbreras L siguen siendo muy pequeñas en relación a la carrera del cilindro, como se observa en la de escape.

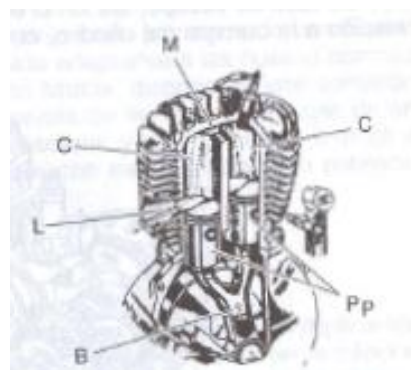


Figura 4.2: Motor Puch de doble cilindro y cámara de combustión única, 1930



Una evolución se muestra en el cilindro de la figura de una motocicleta Zundapp de 1950, en la que los transfers de carga T se han multiplicado, e incluso el pistón P hace las veces de elemento de unión entre ambas cámaras en ciertos momentos. La lumbrera de escape E es más alta, y la entrada de combustible al cilindro C se multiplica por el aumento del área de paso.

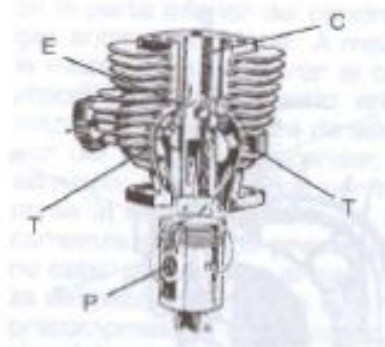


Figura 4.3: Cilindro y pistón de un motor Zundapp de 1950

El siguiente motor, corresponde a una Yamaha YDS5, de corte deportivo del año 1969, que con una cilindrada de 250 c.c. ya alcanza los 30 CV. Se trata de una moto equipada con tubarros y un diagrama de distribución bastante más amplio, que eleva la potencia, pero a costa del consumo y la polución, algo que en el momento de su fabricación aún no se tenía en cuenta. Hay que destacar el generoso aleteado A de los cilindros, provocado por un mayor rendimiento del motor y la estructura general de los elementos accesorios, de corte netamente actual.

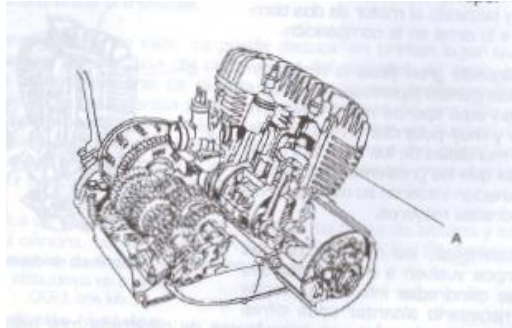


Figura 4.4: Motor Yamaha YDS5 del año 1969

Por último la siguiente figura muestra un motor de dos tiempos actual de un modelo monocilíndrico refrigerado por agua de Suzuki 125 c.c. Las características han debido adaptarse a las nuevas normas y el motor, además de la refrigeración líquida, dispone de una admisión en el cárter A, controlada por una válvula de láminas L en lugar de un pistón, regulación de la lumbrera de escape, y un importante trabajo a nivel de materiales, para conseguir que con esta cilindrada su potencia supere ampliamente los 30 CV.

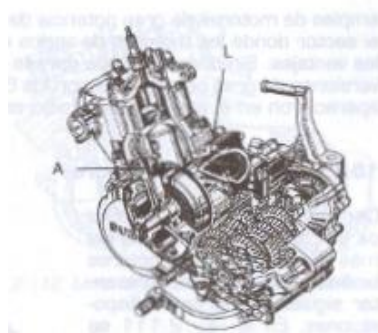


Figura 4.5: Motor Suzuki RM 125 c.c. de 1992

#### 4.1.4 Motores de varios cilindros

Al igual que ocurre en los motores de cuatro tiempos, la multiplicación del número de cilindros y el consiguiente fraccionamiento de la cilindrada, tiene como ventajas más importantes la disminución de los riesgos mecánicos, por las menores inercias de los elementos móviles, y el aumento del régimen y de la potencia. En contraprestación, los motores de varios cilindros son más caros de fabricar y también más complicados de mantener.

El ciclo de dos tiempos presenta una gran desventaja para multiplicar el número de cilindros con respecto al de cuatro, la necesidad de emplear cárteres individuales para cada cilindro, ya que cada uno debe disponer de su propia cámara de precompresión.

En cualquier caso, en estos momentos los motores de dos tiempos son menos propensos que los de cuatro al empleo de múltiples cilindros. Ello se debe a los costes, ya que este tipo de propulsor se enfoca principalmente a las motos del segmento inferior. Otras causas añadidas son la normativa actual anticontaminación y el consumo, que desaconsejan el empleo de motores de gran potencia de este ciclo, que es al fin y al cabo el sector donde los motores de varios cilindros presentan sus principales ventajas. Sin duda, la época dorada de este tipo de motores, en sus versiones de gran potencia, fueron los 60 y comienzos de los 70, donde aparecieron en el mercado sus mejores exponentes.

#### 4.1.5 Ciclo práctico

El ciclo real de un motor de dos tiempos, no es tan simple como el teórico. Las inercias de los gases, los tiempos requeridos para las operaciones de carga y descarga, y, en este caso además, el hecho de que se mezclan los gases frescos y quemados. Obligan a realizar variaciones sobre el proceso.

Inicialmente, como se ve en la figura, si se toma el comienzo del ciclo en el mismo punto, la chispa salta un poco antes de P.M.S. , con el fin de que el frente de llama llegue al pistón precisamente en ese instante. En la fase de expansión de los gases procedentes de la combustión, el pistón se desliza por el interior del cilindro, siguiendo su carrera descendente, y cuando se abre la lumbrera de escape, los gases de la combustión tienen una presión superior a la que hay en el exterior. Esto permite que la

salida de estos gases se realice con rapidez. Poco después, y siguiendo la carrera descendente del pistón, se abren las lumbreras de transferencia y la mezcla fresca que ha sido comprimida en el cárter entra en el cilindro, formando unos lazos ascendentes en forma de hélice. Este flujo de gases frescos se dirige hacia una zona diametralmente opuesta a la lumbrera de escape y con un ligero ángulo de elevación, de manera que se produce un recorrido similar al representado en la figura.

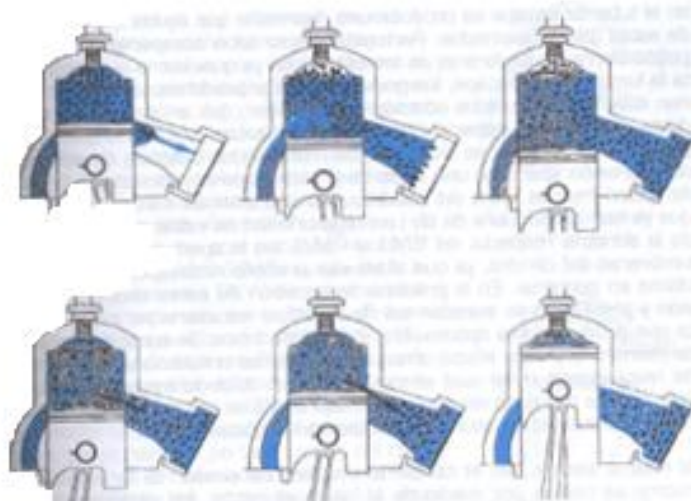


Figura 4.6: Ciclo real de un motor de dos tiempos

De esta forma se consigue que los gases frescos empujen fuera del cilindro los gases procedentes de la combustión y además refrigeren la cabeza del pistón. Este tipo de barrido recibe el nombre de “barrido Schnürle” y es el más usado en los motores de dos tiempos de motocicletas. Aunque los gases frescos son retenidos en su mayoría en el cilindro, una pequeña fracción de ellos sale por el escape mezclada con los gases de escape, ya que es imposible efectuar una separación a nivel molecular de los gases que salen por el escape. Lógicamente también quedan restos de mezcla quemada en el cilindro, ya que es imposible barrer al 100% los restos de la combustión anterior. Otro elemento que influye notablemente en la expulsión de los gases de escape, y en el proceso de renovación de la carga, es el tubo de escape. Su diseño es de vital importancia, ya que en el interior de este elemento se producen unas ondas de presión y depresión que mejoran el rendimiento del motor. Cuando el motor se encuentra realizando el barrido de dichos gases en el tubo de escape se produce una depresión que ayuda a la extracción de estos gases quemados. Pero este efecto debe desaparecer cuando el pistón cierra las lumbreras de transferencia, ya que, como aún está abierta la lumbrera de escape, los gases frescos procedentes del cárter seguirían saliendo, empujados además por el pistón, que en su carrera ascendente disminuye el espacio disponible. Para evitar este efecto secundario perjudicial, el escape se diseña de tal manera que después de esta onda de depresión aparezca una onda de presión, que no solo impida la salida de gases frescos fuera del cilindro, sino que además introduzca aquellos que ya han salido fuera de él. La obligatoriedad de estos efectos proviene de la simetría respecto del P.M.I. y P.M.S. en la apertura y cierre de las lumbreras del cilindro, ya que al abrirse primero el escape, es también el último en cerrarse. En la práctica, la sucesión de estas ondas de depresión y presión no se suceden con la exactitud necesaria para que el efecto que producen sea óptimo. En realidad los tubos de escape se diseñan de manera que este efecto ofrezca sus mejores prestaciones en el

rango de revoluciones en el cual el motor es más utilizado frecuentemente. A este tipo de tubos de escape para motores de 2T se les conoce como tubarros.

Al mismo tiempo, en el cárter el proceso es similar. Si la admisión al mismo se realiza por medio de la falda del pistón, los periodos de presión y depresión se suceden mientras la lumbrera está abierta, ya que, cuanto más se avance la apertura de la admisión para ganar amplitud puede llevar consigo la salida del gas previamente introducido. Por ello es muy interesante contar con algún tipo de válvula que controle el tiempo en que el cárter está conectado con el exterior, siendo las láminas y los discos rotativos los más empleados.

El ciclo real del motor de dos tiempos provoca la salida de gases sin quemar por el escape y la permanencia de gases quemados en el nuevo ciclo. Eso disminuye el rendimiento de un motor de estas características. En principio, podría pensarse que al duplicar el número de carreras útiles, estos motores conseguirían una potencia multiplicada por dos, pero en realidad no es así, ya que el rendimiento disminuye. En los mejores motores de cada tipo se podría hablar de una ventaja del dos tiempos sobre el de cuatro de un 50%. Además, como se ha comentado, la salida de hidrocarburos sin quemar aumenta el consumo y provoca problemas de polución. En un motor medio y en regímenes no óptimos esta salida de gases frescos puede superar el 30% del total.

#### **4.1.6 Diagramas de distribución**

El comportamiento de un motor de dos o cuatro tiempos está determinado por su diagrama de distribución. En los motores de cuatro tiempos está determinado por las levas, las cuales regulan la apertura de las válvulas y el tiempo que éstas permanecen abiertas. En los motores de dos tiempos, la distribución está definida por el tamaño y disposición de las lumbreras del cilindro.

El motor de dos tiempos realiza las fases de que consta el ciclo en una sola vuelta de cigüeñal. Esto supone una mayor rapidez en su ejecución y por lo tanto menos tiempo en cada una de ellas, por lo que el resultado de cada una no es tan efectivo como en el de cuatro tiempos.

En el diagrama de distribución de un motor de dos tiempos, figura, se distinguen tres fases, determinadas por la colocación de las lumbreras de transferencia. La fase de admisión en el cárter, señalada con las letras AA (apertura de admisión) y CA (cierre de admisión), está centrada con respecto a los puntos muertos, pues se realiza en este caso por la falda de pistón. Los grados de giro de cigüeñal en que actúa dicha lumbrera son 75 antes y después del P.M.S., lo cual supone un total de 150 grados. La fase de escape, señalada con las letras AE (apertura de escape) y CE (cierre de escape) está igualmente centrada, y se desarrolla en los 87 grados de giro anteriores y posteriores al citado punto (P.M.I.). La fase de transferencia, señalada como AT (apertura de transfers) y CT (cierre de transfers), como es lógico empieza después de que se ha abierto el escape y acaba antes de que éste se cierre. Está centrada también respecto al P.M.I. y lo hace durante los 62 grados anteriores y posteriores al citado punto. Este es un ejemplo de un diagrama simétrico, ya que, como se puede observar, si se divide el ciclo en dos semicírculos cortando por el diámetro que uno los puntos muertos superior e inferior se obtiene dos mitades simétricas.

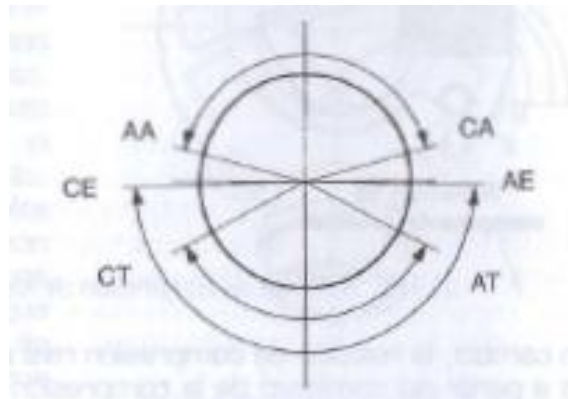


Figura 4.7: Diagrama de distribución simétrico en un motor de admisión tradicional por falda del pistón

Esta simetría total se rompe cuando se utiliza el sistema de admisión por válvula rotativa. Este sistema regula la admisión mediante un disco que se interpone entre el cárter y el carburador, el cual dispone de una abertura que coincide con la toma del carburador durante un determinado número de grados de giro del cigüeñal. La colocación y el número de grados que abarca esta abertura está determinado por el diseñador con entera libertad, pudiendo situar la abertura de la válvula en la posición que necesite, independientemente de dónde sitúe el final de la misma. En la figura se puede observar el diagrama de distribución de un motor deportivo que equipa válvula rotativa. En él se puede ver cómo la distribución en la fase de admisión al cárter no guarda simetría respecto al eje determinado por el P.M.S. y el P.M.I. sino que comienza 50 grados después del P.M.I. y finaliza 75 grados después del P.M.S. Esta falta de simetría es la que permite llamar al diagrama de distribución “asimétrico”, en lo que a admisión respecta.

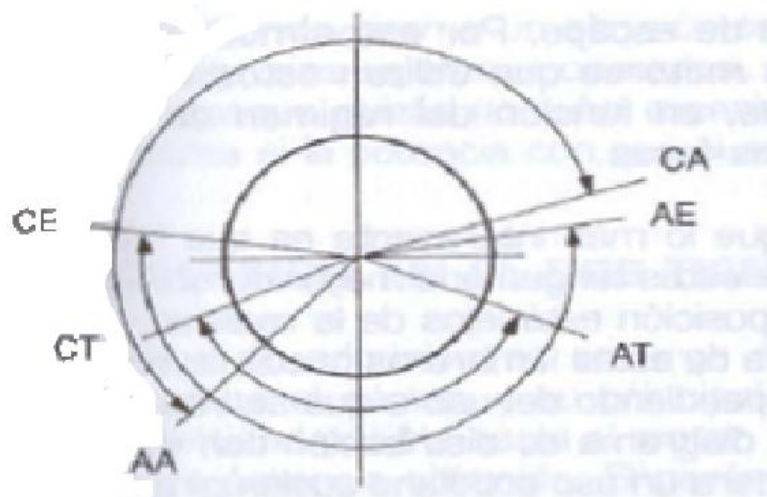


Figura 4.8: Diagrama de distribución asimétrico en un motor de admisión por válvula rotativa

La invariabilidad de los ángulos en que se producen las distintas fases que componen el ciclo se ve ligeramente alterada con la utilización de la admisión por válvula de láminas y por la válvula de escape. El primero de estos elementos se diseña

para un régimen de utilización del motor, de manera que, dependiendo del régimen y de la depresión existente en el cárter, las láminas están abiertas más o menos tiempo, de tal forma que el diagrama es variable y no necesariamente simétrico. Si las láminas están conectadas con el cilindro y la admisión se regula por la falda del pistón, el diagrama determinado por dicha falda es el máximo, pero puede disminuir en la apertura o en el cierre, si la depresión interior no es suficiente. Si las láminas están conectadas directamente con el cárter, el ciclo depende exclusivamente, tanto en sus momentos de apertura y cierre, como en su duración total, de la depresión interior del motor.

Si el motor utiliza válvula de escape, como ésta se abre a un régimen de revoluciones elevado, la fase de escape varía con el régimen, ya que cuando se abre esta válvula produce un efecto similar a la ampliación del ángulo correspondiente a la fase de escape. Por estos motivos los diagramas de la distribución de los motores que utilizan estos elementos se denominan “variables”, ya que, en función del régimen de giro del motor, varían los ángulos de estas fases.

A primera vista, puede parecer que lo más interesante es que las fases sean lo mayores posibles, para que éstas tengan una mayor duración, y por lo tanto un mayor efecto. Esta suposición está lejos de la realidad, ya que al abusar de los grados de apertura de estas lumbreras puede llevar a efectos contrarios de los deseados. Dependiendo del uso a que se vaya a destinar el motor, se puede diseñar el diagrama de distribución con diferentes ángulos. Los motores estudiados para un uso cotidiano suelen girar a unos regímenes de vueltas no muy elevados, lo cual hace que exista un mayor periodo de tiempo para la ejecución de cada una de las fases, y por lo tanto no hace falta diseñar un diagrama de distribución con unos ángulos grandes para cada fase. Sin embargo, si la utilización que se va a hacer de este motor es deportiva, los regímenes de vueltas a los que va a girar el motor van a ser altos, y por lo tanto interesa que el ángulo durante el cual permanecen abiertas las lumbreras sea grande, para que, al girar el cigüeñal a una velocidad superior, el tiempo de que dispone cada fase para su ejecución no disminuya excesivamente. Si se incrementa la altura de la lumbrera de escape, la carrera útil de que dispone el pistón para aprovechar el empuje de los gases disminuye, al igual que la fase de compresión, que influye sobre el rendimiento del motor. Esta disminución es compensada por el mejor llenado de mezcla fresca en el cilindro (bien es cierto que sólo a alto régimen). De esta manera la potencia final conseguida es mayor, pero aumenta el consumo de combustible, al aumentar el número de llenados.

Los motores de dos tiempos que giran a regímenes muy bajos (70 rpm-200 rpm), consiguen unos rendimientos similares, e incluso superiores, a los de cuatro tiempos. Estos motores son utilizados en embarcaciones marinas de gran tonelaje, de gran cilindrada, y no aplicables a las motocicletas. Pero, como se puede comprobar, en ellos el ciclo de dos tiempos consigue un mayor rendimiento, cuanto menor es el régimen de funcionamiento para el cual se ha diseñado. No obstante, suelen ser de ciclo Diesel y disponen de válvulas en vez de lumbreras, por lo que dicha afirmación no es directamente aplicable a motores de motocicleta.

La utilización de ángulos grandes en la admisión provoca el retroceso de los gases admitidos, ya que cuando el pistón está descendiendo, la lumbrera de admisión está abierta, por lo que la compresión que se produce en el cárter provoca el retorno de

la mezcla fresca a través del conducto de admisión. Esto se evita, total o parcialmente, con la admisión por láminas o válvula rotativa.

La banda de vueltas en la cual el motor entrega su potencia se estrecha cuando los ángulos de estas fases se agrandan, ya que la respiración sólo es buena cuando giran a un alto número de vueltas. Cuando estos ángulos los adoptan unos valores moderados, el comportamiento del motor es elástico, aunque quizás no suba excesivamente de vueltas, lo cual no es preocupante si la potencia con que cuenta el motor es suficiente.

## **4.2 Elementos del motor de dos tiempos**

El motor de dos tiempos es mucho más sencillo que ningún otro tipo de motor. El número de elementos se ve reducido, sobre todo debido a su sistema de distribución. Se consigue el llenado de gases frescos y el barrido de los quemados sin necesidad de válvulas, sistemas que las abran cierren o mandos para éstos. Todo se reduce a un cárter que abraza muy ceñidamente al cigüeñal, que gira dentro de él. En la muñequilla del cigüeñal se articula una biela que sujeta al pistón en su otro extremo. Éste se mueve alternativamente dentro del cilindro, que se apoya en el cárter, y se corona con la culata. Con este escueto número de piezas, se construye un motor básico de dos tiempos. La figura muestra un motor de dos tiempos refrigerado por agua y con los conductos dispuestos convenientemente para que se puedan observar con facilidad. Se ha señalado con una C el cárter del motor, en cuyo interior gira el cigüeñal M. En el lado derecho de éste, se observa el perfil de la muñequilla N, sobre la que se articula la biela B. Aunque el pistón P oculta el final de la biela, ésta se articula en su pie del mismo modo que en la cabeza (parte en contacto con la muñequilla del cigüeñal N), y lo hace sobre el bulón. Sobre el cárter C, rodeando al pistón y con la cámara propia de la refrigeración por agua se encuentra el cilindro K, que guía la carrera del pistón. Encima del cilindro, se ubica la culata T, que incluye también una cámara intermedia para la refrigeración y, roscada en su centro, la bujía S.

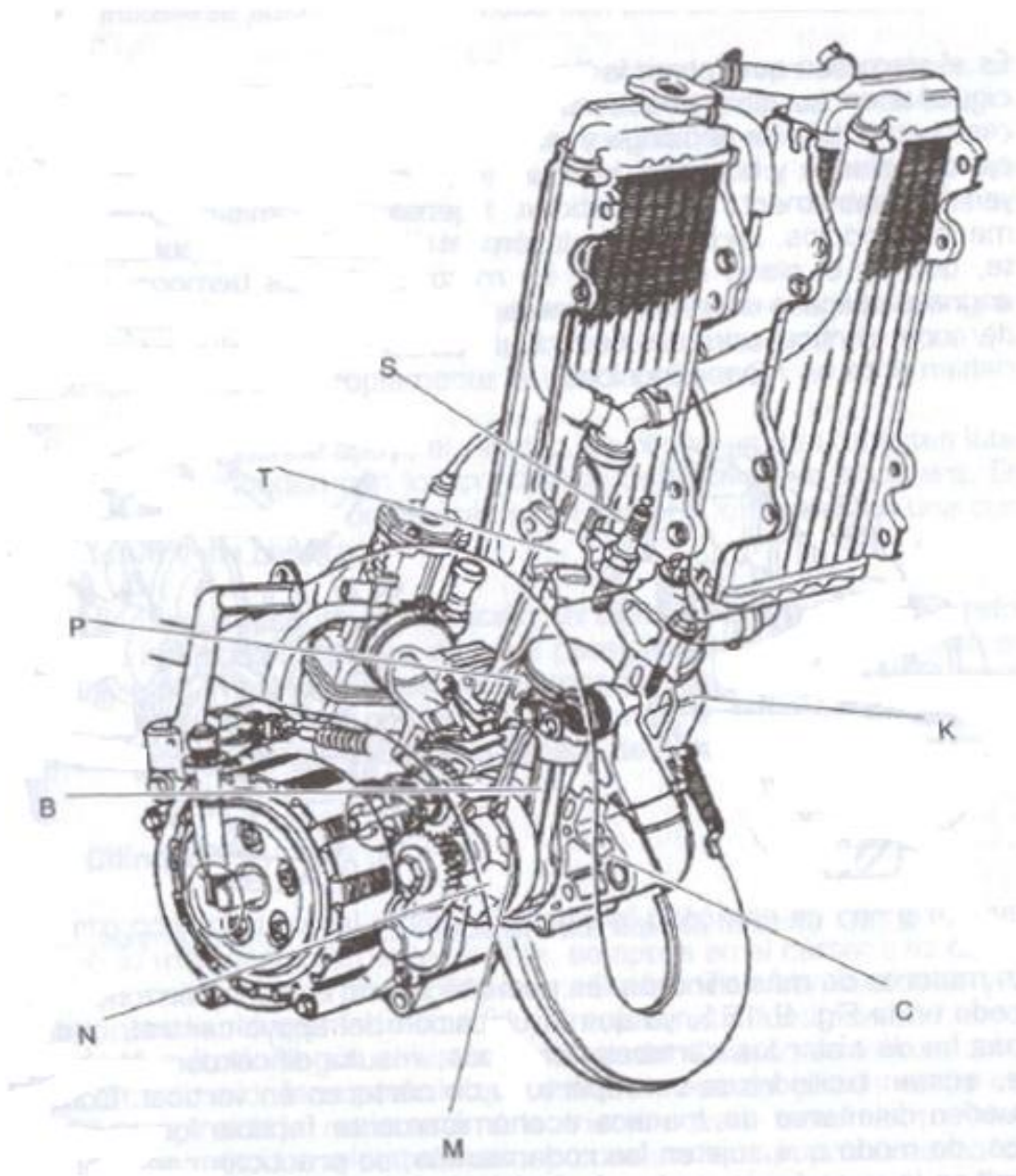


Figura 4.9: Elementos que componen un motor de dos tiempos de la firma Yamaha

### 4.3 El escape en el motor de dos tiempos

El funcionamiento del motor de dos tiempos tiene algunas imperfecciones en su funcionamiento debido al escaso control con que se cuenta en algunos momentos del trasvase de gas al interior del cilindro, y, sobre todo, en su salida al tubo de escape. De hecho, hasta la década de los años 60, los motores de dos tiempos no tuvieron la oportunidad de rivalizar con los de cuatro en cuanto a potencia.

A pesar de disponer del doble de explosiones que el de cuatro, y de menores pérdidas mecánicas, al no tener que accionar la distribución, bombas de aceite, etc...., su rendimiento era francamente inferior al de los motores con válvulas.



Esta situación cambió con el descubrimiento de los fenómenos ondulatorios que acompañan a los gases en su salida por el tubo de escape.

El gran problema de los motores de dos tiempos viene dado por su diagrama de distribución simétrico en el cilindro. La admisión y el escape ocupan un periodo centrado en el P.M.I., debido a la situación de las lumbreras, y el escape es siempre mayor.

Si seguimos el proceso de trasvase de gas en el motor de dos tiempos que aparece en la figura, podemos ver que hay dos momentos en los cuales éste se efectúa de una manera poco eficaz. El primero A es el momento en el que el pistón se encuentra cerca del P.M.I. En esos instantes, su velocidad es muy pequeña, ya que se está parando para comenzar a ascender, y, por ese motivo, los gases comprimidos en el cárter sufren una disminución en su tendencia a subir el cilindro. La admisión queda ralentizada, de manera que tan sólo es eficaz el periodo de bajada del pistón. Además, al subir el pistón P, comienza a crearse una depresión en el cárter C, que hace tender a los gases situados en los transfers de carga T a volver hacia él. En este momento sería interesante poder crear una importante depresión en el cilindro, de modo que los gases siguieron subiendo, al tiempo que se facilita la extracción de los gases quemados por la lumbrera M correspondiente, también ralentizada por la disminución de la velocidad de bajada del pistón.

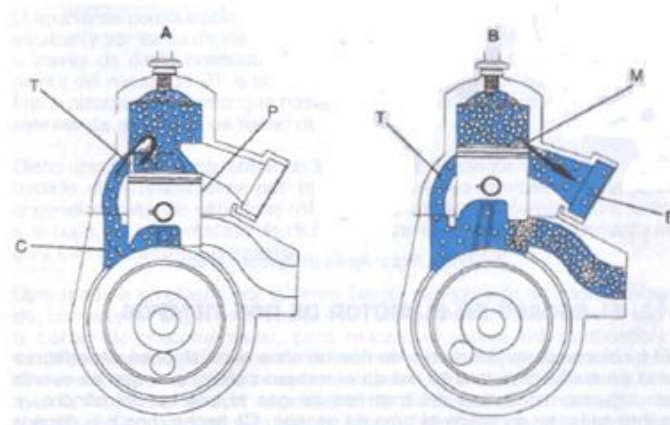


Figura 4.10: Momentos en que el motor de dos tiempos necesita ayuda exterior para mejorar el rendimiento del trasvase de los gases

Otro momento crítico B, es aquél en el que se cierran los transfers de carga T. En ese momento, el cilindro se encuentra repleto de gas fresco, pero la lumbrera de escape M aún permanece abierta un cierto periodo de tiempo, de modo que la carrera ascendente del pistón hace salir hacia el tubo de escape E, parte de la mezcla fresca introducida previamente. Sería por tanto necesario crear una onda de presión, que evitase la salida de estos gases.

Se pueden crear ondas a voluntad en el interior del tubo de escape, jugando con los finales parciales y totales. Para crear una onda de presión, se debe interponer un final cerrado. Este se puede construir, o bien cerrando el tubo, o bien creando un estrechamiento en él. La primera solución no es posible, ya que el gas debe de poder salir al exterior, así que es la segunda la correcta. Al encontrarse un estrechamiento, la onda de presión A, que acompaña a los gases en su salida, rebotará parcialmente, creando una nueva onda B que se dirigirá al cilindro. En la figura se explica gráficamente el proceso.

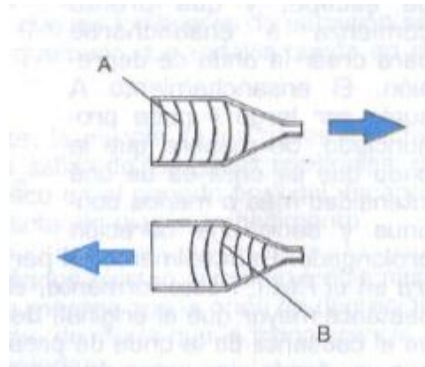


Figura 4.11: Onda creada en un estrechamiento en un tubo de escape

Por su parte, la onda de depresión se crea de manera análoga, en vez de con un estrechamiento, con un ensanchamiento. Según avance la onda de presión inicial C, se creará una onda de depresión D, al avanzar por el ensanchamiento que se dirigirá al cilindro, situación que se detalla en la figura.

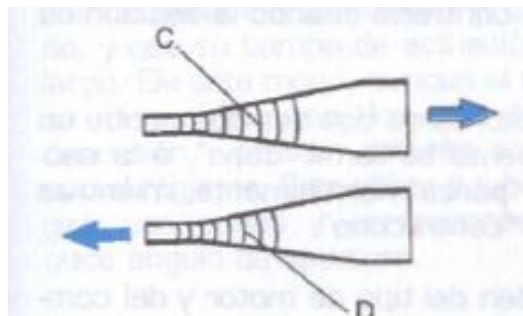


Figura 4.12: Onda creada en un ensanchamiento en un tubo de escape

Si se estudia el modo de actuación de las ondas que más nos interesa, comprobaremos que inicialmente se debe crear la de depresión, de modo que los gases de escape salgan del cilindro, al tiempo que es favorable la transferencia desde el cárter al cilindro. Esta onda debe llegar al cilindro en un periodo cercano al P.M.I, que es donde se hace necesaria. Por su parte, la onda de presión debe impedir la salida de gas fresco del cilindro cuando se cierran los transfers y finalice la entrada de mezcla en el mismo.

Para que estos fenómenos tengan lugar, es necesario construir un tubo de escape con una forma especial, que se denomina “tubarro”, que se describe en la figura.

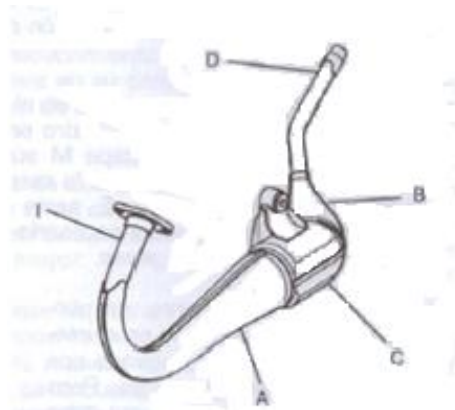


Figura 4.13: Fisionomía de un tubo de escape de un motor de dos tiempos

Este tubo tiene una salida inicial I, que se corresponde aproximadamente con la lumbrera de escape, y que pronto comienza a ensancharse para crear la onda de depresión. El ensanchamiento A suele ser largo y poco pronunciado, de manera que la onda que se crea es de una intensidad más o menos continua y tiene una duración prolongada. Habitualmente, el periodo de actuación de la onda se centra en el P.M.I. Posteriormente, el tubo, que ha adquirido un diámetro bastante mayor que el original, tiene un brusco estrechamiento B, que es el causante de la onda de presión que tapa el cilindro en el periodo que va, desde algo antes de que se cierren los transfers, hasta que lo hace la lumbrera de escape. Posteriormente, el escape no sufre ninguna otra modificación D, y se mantiene con una sección uniforme hasta su salida. Esta sección suele tener un diámetro bastante pequeño, con dos fines, por una parte, permitir prolongar lo máximo posible el periodo de creación de la onda de presión, que debe ser bastante violenta y contundente, y por otra, aumentar la velocidad de salida de los gases, que se había ralentizado bastante en la zona ancha del tubo C. Hay que tener en cuenta que la velocidad de paso de los gases por el tubo de escape depende de la sección, cuanto más estrecha es, más rápido circulan los gases, ocurriendo lo contrario cuando la sección es mayor.

Cada zona del tubo de escape de los motores de dos tiempos recibe un nombre especial: el primer ensanchamiento se llama “cono”, a la sección rectilínea posterior se le denomina “panza” normalmente, mientras que el estrechamiento se conoce como “contracono”.

Las medidas del tubo de escape dependen del tipo de motor del comportamiento que se espere de él. La acción del tubo de escape en el motor de dos tiempos es tan importante, que un mismo motor, sin más modificación que el tubo de escape, puede variar de manera trascendental su comportamiento.

Un tubo de escape diseñado para un buen rendimiento a altas vueltas debe tener unas características determinadas, lo mismo que ocurre con uno diseñado para una moto tranquila. En los motores de dos tiempos, no sólo hay que diseñar la distribución para lograr un comportamiento determinado, sino también un tubo acorde con él.

Los tubos se diseñan para funcionar óptimamente a un régimen determinado. En regímenes inferiores, las ondas llegan demasiado pronto, lo que se traduce en que la onda de depresión actúa cuando aún no es necesario, con el pistón en plena carrera descendente, mientras que la onda de presión lo hace cuando aun falta tiempo para que las lumbreras de admisión se cierren, impidiendo que salga el gas quemado que todavía queda en el cilindro.

Las consecuencias son, por una parte, la mezcla de los gases frescos con los quemados al no permitirse la salida de los gases residuales y , posteriormente, las fugas de gas fresco en el periodo final del escape, en el que la lumbrera permanece abierta sin ningún impedimento.

En regímenes superiores a los estudiados existen también problemas. Las ondas llegan demasiado tarde, de manera que la onda de depresión llega cuando el pistón ya está subiendo, de modo que la transferencia y la salida de los gases quemados se ralentiza.

Posteriormente, la onda de presión llega con la lumbrera casi cerrada, con lo que apenas se impide la salida de mezcla fresca. El resultado es que en el interior del cilindro hay poco masa gaseosa fresca y, además, mezclada con la quemada, lo cual empeora el rendimiento.

Las medidas de un tubo diseñado para un motor que trabaje a bajas vueltas, deben ser tales que las ondas recorran el escape en un tiempo prolongado, y que su tiempo de actuación sea largo. De este modo, aunque el pistón se mueva despacio, los periodos de depresión y presión estarán acordes con el régimen. Esto obliga a tubos largos con el régimen. Esto obliga a tubos largos con conos y contraconos con poco ángulo de apertura.

En el caso de los motores de altas prestaciones y regímenes elevados, el caso es el contrario, las ondas deben ser cortas pero contundentes y deben llegar rápidamente, lo que obliga a disponer tubos de escape cortos, con conos y contraconos de mayor ángulo y panzas muy cortas.

En la figura se observan las diferencias entre dos tubos diseñados para motores de altas y medias prestaciones, en los que las medidas del cono C, la panza P, y el contracono R varían de manera importante.

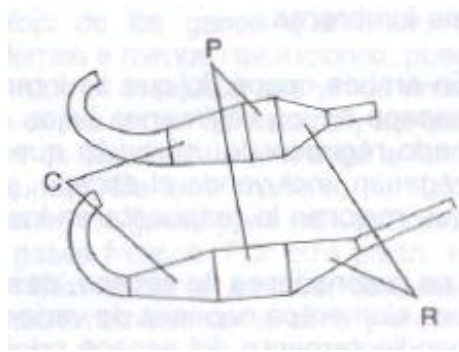


Figura 4.14: Aspecto de dos tubos de escape diseñados para un motor deportivo y uno de prestaciones moderadas

La limitación del régimen óptimo de los motores de dos tiempos, incluso con la ventaja de contar con un escape de este tipo, ha sido la causa de que abundan sus detractores, sobre todo hasta la llegada de las válvulas de escape. Los motores de este tipo eran bastante potentes, más que los de cuatro tiempos de su mismo cubicaje, y, además, bastante más ligeros, pero disponían de una banda de utilización muy corta y normalmente la potencia llegaba y se acababa de golpe, coincidiendo con la banda de actuación preferente del tubo de escape, provocando una conducción brusca, y en ocasiones incluso peligrosa.

#### 4.4 Admisión en el 2 tiempos

El sistema de admisión se encarga de regular la entrada de mezcla aire/gasolina al cárter, y su principal objetivo es lograr el paso de la mayor cantidad posible hacia el motor. Cuanto mayor sea, más alta será la cifra de potencia obtenida. El parámetro que mide la eficiencia de la admisión en el proceso de llenado del cilindro se llama “rendimiento volumétrico, y se obtiene dividiendo la cantidad de mezcla que entra en el cilindro entre la cantidad que debería entrar para realizar un llenado perfecto del mismo en ese mismo periodo (equivalente a la cilindrada unitaria). Todos los sistemas de admisión persiguen conseguir el mayor rendimiento volumétrico posible, y para ello se sirven de distintos tipos de alimentación, que dependen de varios factores, como por ejemplo los costes de fabricación, la distribución de los elementos del motor, etc....

La admisión se realiza a través de un conducto o lumbrera que comunica el carburador con el cárter y/o la parte inferior del cilindro. La apertura y cierre de este conducto está regulada mediante la falda de pistón, la válvula de láminas o la válvula rotativa.

#### 4.5 La refrigeración

##### 4.5.1 Generalidades

Un motor es una máquina que transforma energía química en energía mecánica. Pero no hace tal cosa de modo directo, sino por intermedio de la energía calorífica: la

mezcla de aire y combustible arde o explota (según la rapidez con que lo haga) y cede calor, que a su vez hará que los gases quemados se expansionen, lo cual provoca su dilatación y el consiguiente empuje del pistón hacia el PMI. Finalmente, un conjunto de elementos adecuado, transformará tal movimiento en el de la rueda propulsora de la motocicleta.

Desde un plano puramente teórico, es beneficioso el que el motor se encuentre todo lo caliente que se pueda durante su funcionamiento, pues las pérdidas caloríficas son proporcionales a la diferencia de temperatura entre un foco caliente y otro frío. Si se busca que el calor desarrollado al arder la mezcla se convierta en su mayor proporción en energía mecánica en el cigüeñal, será importante evitar en lo posible las pérdidas de éste.

Esto, en la práctica, es difícilmente realizable. Si los elementos de la culata, el pistón y la zona superior del cilindro se encontrasen a temperaturas próximas a las del frente de llama –unos 2000 °C- ello conduciría a su inmediata destrucción por simple fusión. Actualmente, para evitar este problema, se están ensayando materiales denominados “compuestos” que tratan de mezclar los componentes cerámicos con los metálicos, y que se intentarán utilizar en la fabricación de esas piezas para elevar el rendimiento de los motores, al permitir elevar la temperatura de funcionamiento de las mismas y reducir por tanto las pérdidas ya citadas. Por otro lado, en los motores de gasolina, aparecen problemas relativos a la naturaleza del proceso de la explosión, que tienen que ver con la detonación, y que añaden un inconveniente más. No es así en los motores de ciclo Diesel, donde tal fenómeno aparece preferentemente a temperaturas bajas.

Se ve por tanto que resulta imprescindible contar con un sistema adecuado de regulación de la temperatura del motor. Éste se suele llamar comúnmente “sistema de refrigeración”, aunque en los sistemas más elaborados no sólo consistiría en la refrigeración en sí, sino que se trataría más bien de mantener dicho parámetro en una estrecha banda, durante el funcionamiento ordinario. Por abajo, se impediría que el rendimiento cayese en exceso, al funcionar el motor sobreenfriado, y por arriba, trataría de que no se destruyese ningún elemento interno del mismo, por acosa de un sobrecalentamiento.

Por añadidura, el incesante incremento de potencia en los motores de los últimos años, da lugar a un aumento de la cantidad de calor que se transfiere al sistema de refrigeración, y a la inevitable elevación de sus dimensiones y masa. En los motores de motocicleta se utilizan dos tipos fundamentales de sistemas: por agua y por aire. Además, no hay que olvidar el efecto refrigerante del circuito de lubricación, especialmente en motores de cuatro tiempos, los cuales, en muchos casos, disponen de radiadores de aceite o intercambiadores de calor agua-aceite, tal y como se observará seguidamente. La efectividad del circuito de refrigeración depende del caudal de líquido que circule por el mismo y de la capacidad de disipación de calor del radiador, medida

en cantidad de calor disipado por unidad de superficie. El sistema de refrigeración por aire se caracteriza por la uniformidad de las temperaturas en las paredes de los cilindros y culatas, tanto en dirección radial como a lo largo de la altura, así como por lo contenido en cuanto a dimensiones y peso. Este último suele usarse con frecuencia en motores pequeños, por lo general de dos tiempos. Se debe tener en cuenta, que en este tipo de motores, la refrigeración resulta ser mucho más crítica, por cuanto realizan doble número de ciclos por minuto que el equivalente de cuatro tiempos. Ello es la causa de que, vistos dos motes uno al lado de otro, el primero el de dos tiempos y el segundo el de cuatro, resulte mucho más grande el aleteado del primero, a igualdad de cilindrada.

Como se ha dicho, con ayuda del sistema de refrigeración se mantiene estable la temperatura del motor en toda la banda de regímenes de carga y velocidad, y se asegura la temperatura más adecuada, con lo cual se logran los índices económicos y energéticos óptimos. La mayoría de los motores actuales de motocicleta utilizan la refrigeración por agua, salvo en los modelos más económicos o de potencia específica menor. Los principales parámetros del conjunto se eligen de tal manera que se asegure la termodisipación requerida cuando el vehículo se mueve con la mayor relación de transmisión a baja velocidad –sobre 15 Km/h- y elevada temperatura –unos 40 °C de temperatura ambiental-. Para el resto de condiciones de funcionamiento, la superficie de disipación de calor y, si procede, el suministro del ventilador, resultan excesivos. Por eso, en los sistemas de refrigeración, se prevén mecanismos especiales que mantienen automáticamente la temperatura del líquido refrigerante en el óptimo nivel requerido.

Existen tres modos de transmisión del calor: conducción, cuando se produce por el contacto directo entre dos sólidos, convección, si es entre un sólido y un fluido, y radiación, si no es por contacto alguno, sino por la emisión directa de ondas caloríficas por parte de un sólido caliente. La forma más usada en el caso de la motocicleta es la convección.

#### **4.5.2 Refrigeración líquida**

Este tipo de refrigeración ha demostrado ser el más eficaz en cuanto a fiabilidad en la regulación de funcionamiento del motor. No obstante, introduce cierto grado de complicación en el mantenimiento y la resolución de las posibles averías, aunque en la práctica resulte imprescindible para los motores de las motocicletas de altas prestaciones, que actualmente constituyen gran parte del parque total. Para hablar con propiedad, todos los motores están en último término refrigerados por el aire del entorno físico que les rodea. No obstante, la denominación de “refrigeración líquida o por agua” se refiere al uso de un líquido determinado intermediario, entre el motor propiamente dicho o foco caliente, y dicha atmósfera circundante o foco frío.

##### **4.5.2.1 Mezclas anticongelantes**

El agua permite un transporte rápido, y la vez poco engorroso del calor, por tener un calor específico elevado, es decir, se requiere poca cantidad de agua para evacuar

gran cantidad de calor. En la práctica, se utiliza como refrigerante una mezcla con cierta cantidad de alcohol, en proporción variable, según el clima. Esto trae como consecuencia una serie de ventajas, ya que el tipo de alcoholes empleados son anticorrosivos y antioxidantes. A esta mezcla se le suele añadir un colorante para distinguirla del agua. Es importante señalar aquí que el uso de los anticongelantes tiene como ventaja fundamental el hecho de que rebaja el punto de congelación y eleva el de ebullición, es decir, una mezcla de este tipo se congela a temperaturas menores de 0° C y a la vez hierve a más de 100° C. Se consiguen así dos de las características que ha de poseer todo líquido refrigerante; es la capacidad anticongelante y la capacidad antiebullición. Ésta última es necesaria para evitar el fenómeno de la “cavitación”, que consiste en la corrosión que se genera en el interior del motor, por efecto del ataque originado por las burbujas de aire que se crean al hervir el líquido. Otra característica fundamental es la capacidad anticorrosiva, especialmente con la masiva utilización de las aleaciones ligeras, a base de aluminio, en la fabricación de bloques y culatas, que precisan de compuestos especiales que eviten su prematura corrosión. Se han de utilizar por tanto líquidos refrigerantes especialmente indicados para su empleo sobre aluminio. El principal componente de los líquidos refrigerantes es el glicol, o su derivado el etilenglicol. Hoy en día se prescinde del empleo de aminas y fosfatos en su composición, ante todo por motivos ecológicos. Hay que destacar que la concentración de refrigerante puro con agua destilada (ya que no hay que mezclar con agua corriente) no ha de superar el 50 %, ya que a partir de dicho punto, el líquido pierde propiedades. Lo normal es usar concentraciones cuyo grado oscile entre el 25 y el 50 %. Todas las características citadas (antiebullición, anticorrosión y anticongelante) se incrementan a medida que lo hace el grado de concentración del líquido hasta el ya citado punto del 50%.

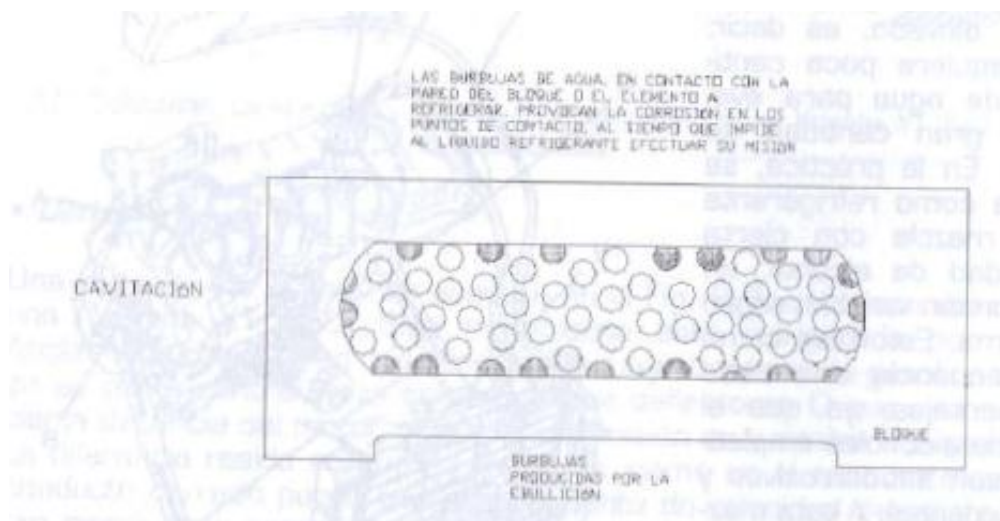


Figura 4.15: Concepto de cavitación



#### 4.5.2.2 Tipos de sistemas de refrigeración líquida

En una primera aproximación, los circuitos pueden ser “simples” o “compuestos”. Los simples se distinguen por carecer de termostato y, por lo tanto, de regulación: se utilizan en pequeños motores de construcción muy sencilla, y en aquellos otros que, por su uso, van a necesitar de la capacidad refrigerante del sistema en todo momento, como por ejemplo, en pequeñas motos de cross o enduro. Los circuitos compuestos cuentan con este elemento para dividir en dos subcircuitos, principal y secundario, que son lo que regulan la temperatura. Además, pueden establecer otras clasificaciones. Según el tipo de impulsión del fluido, pueden ser de termosifón –si lo que lo mueve son las diferencias de densidades causadas por las diferencias de temperaturas, que se usa una vez más en casos muy simples- o de circulación forzada, mediante bomba, que es lo corriente. Todos ellos cuentan con el imprescindible radiador, que en los casos más elaborados, se verá apoyado en su trabajo por un pequeño electroventilador de mando eléctrico termostático.

#### 4.5.2.3 Disposición y funcionamiento de un sistema real

Los elementos de un sistema moderno de refrigeración líquida son los que aparecen en la figura.

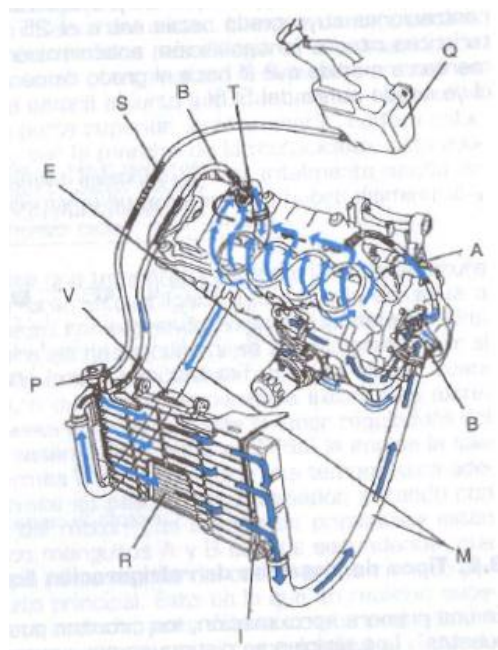


Figura 4.16: Sistema de refrigeración por agua en una Honda de cuatro tiempos

Como se ve, el agua sale del radiador R a baja temperatura (dependiendo de las condiciones, alrededor de 60 °C) y se dirige a la bomba centrífuga B, donde es impulsada por ésta a entrar velozmente al circuito interior del motor. Una vez dentro, asciende rodeando los cilindros, y enfriándolos hasta llegar a la culata, donde completa su recorrido y encuentra el termostato T. Si la temperatura es suficiente (sobre los 85 °C), éste estará abierto y lo mandará de regreso al radiador R, entrando por su parte superior. Al atravesarlo, cederá calor al aire que incide en él bien, por marcha de la

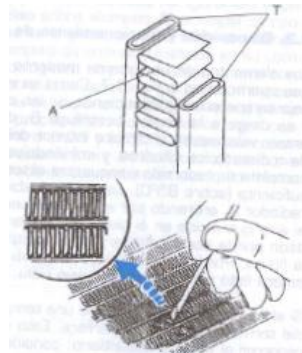
motocicleta, bien ayudado por la acción del ventilador V, casi totalmente oculto en la figura. Por lo tanto, cuando salga su temperatura habrá disminuido y estará listo para iniciar un nuevo ciclo.

Si el líquido refrigerante posee una temperatura inferior a la de apertura del termostato, éste se cerrará. Esto obliga a la mayoría del agua a recorrer el circuito secundario, considerando como tal la zona de alrededor de los cilindros. Seguirá así hasta calentarse lo suficiente y salir al radiador. Es lo que sucede en la fase de calentamiento del motor, cuando se acaba de arrancar, y/o cuando la temperatura exterior es extremadamente baja. Precisamente en esto consiste la labor reguladora del termostato, pieza clave del sistema: si el agua está fría, le impide la salida al circuito principal, y permite al motor adquirir una temperatura adecuada; si está caliente, permite su paso hacia el radiador, evitando con ello el sobrecalentamiento del motor. Los manguitos principales están marcados por la letra M; los manguitos A y B son los secundarios, que permiten la circulación de una parte mínima del caudal proporcionado por la bomba a través de del circuito principal. Esto es lo que en realidad sucede cuando el termostato está cerrado, pues cuenta con un pequeño orificio que permite el paso permanentemente, y como mínimo el reducido flujo citado. Esto es imprescindible para no crear problemas de estanqueidad por sobrepresiones, tanto en la bomba como en el termostato.

Como elementos importantes que no se han citado hasta ahora, están el tapón P – que, como se verá, tiene también una misión reguladora- el interruptor termoeléctrico I del motor del ventilador y el tanque Q de reserva de líquido refrigerante. Se comentará más adelante la función del enfriador E del aceite. A partir de aquí, se va a explicar con más detenimiento el funcionamiento de las partes más importantes del sistema.

#### **4.5.2.4 Radiador**

La función del radiador es precisamente traspasar calor del fluido caliente (el agua) al frío (el aire). Esto se consigue mediante una superficie de intercambio elevada. Según se ve en la figura, la temperatura del refrigerante disminuye, al disipar el calor en el aire por medio de las aletas A del radiador, cuando el primero pasa a través de los tubos T; a mayor superficie de aletas, mayor capacidad de disipación de calor.



*Figura 4.17: Disposición y mantenimiento de las aletas de un radiador de agua*

Es importante que el aire pueda pasar a través de las aletas del radiador, de tal manera que el calor se disipe desde el refrigerante a las aletas y de éstas a la atmósfera. Dado que los radiadores utilizados –sea cual sea el material empleado – disponen de unas aletas sumamente finas, es preciso tener cuidado al manipular estos elementos, pues se dañan con facilidad. También el choque de las pequeñas piedras, que con frecuencia saltan cuando se conduce a poca distancia del vehículo precedente, puede dañarlos. Por ello suelen llevar delante una rejilla de protección, aunque no siempre se muestra suficiente. Las aletas aplastadas o dobladas no permitirán que el calor se disipe, a causa de la imposibilidad del aire para atravesarlas, lo cual provoca una capacidad de enfriamiento menor. Si un tercio o más de las aletas están deterioradas, es necesario proceder a su reparación, como se ve en la figura, con la ayuda de un pequeño destornillador plano. Los radiadores están formados por dos depósitos ubicados, bien en la parte superior e inferior del mismo respectivamente. Dichos depósitos se construyen en plástico y están comunicados entre sí por los citados tubos T, los cuales están rodeados de láminas de aluminio que ofician como disipadores de calor, al ceder el mismo a la atmósfera.

En la actualidad, dado el creciente aumento en el rendimiento de los motores, lo cual trae consigo un incremento del calor a evacuar hacia la atmósfera, se hace obligado disponer radiadores sobredimensionados, que faciliten la evacuación de dicho incremento de calor. Ello se contrapone con los requisitos que, en materia aerodinámica, debe cumplir toda motocicleta de altas prestaciones, ya que un incremento en las dimensiones del radiador, en especial en lo que a anchura se refiere, aumenta notablemente la resistencia aerodinámica, que, como es sabido, es directamente proporcional al cubo de la velocidad.

Para ello, se recurre al empleo de diversas soluciones, tales como la disposición lateral de los radiadores, que permite incrementar la superficie de los mismos, a cambio de una disminución en la exposición a la corriente de aire generada por la marcha del vehículo. Por supuesto, se ha trabajado en los materiales empleados en la fabricación de los mismos, generalizándose el empleo del aluminio en las motos de altas prestaciones. En ocasiones también se recurre al empleo de un segundo radiador, ubicado generalmente bajo el principal, en la quilla, y de menores dimensiones que aquel.

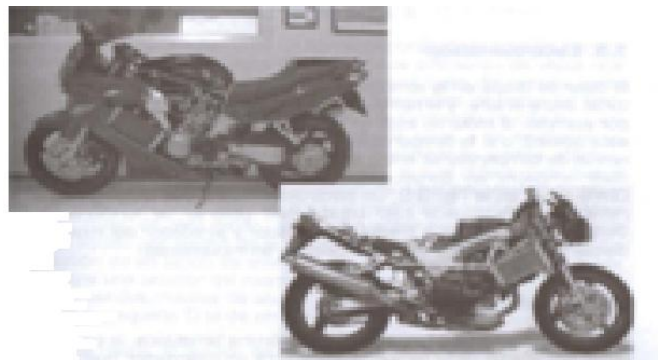


Figura 4.18: Motocicletas con radiadores laterales

Otra solución adaptada, consiste en dotar de forma curva a la superficie de intercambio de calor, para así aumentar sus dimensiones, sin que su anchura se vea incrementada. La citada curvatura se dispone en sentido horizontal, dado que es en anchura donde se han de limitar las dimensiones del radiador.

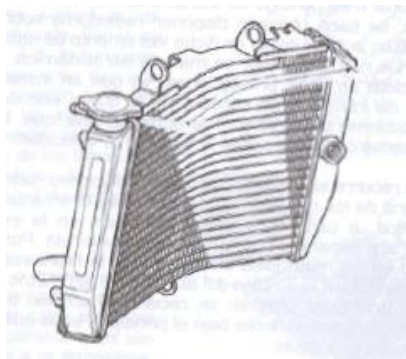


Figura 4.19: Radiador curvado

#### 4.5.2.5 Electroventilador

El calor se disipa en la atmósfera, a causa de la diferencia de temperaturas entre el aire, y el refrigerante que absorbió el calor del motor. Si, por ejemplo, la moto no está en movimiento (el aire en torno al radiador está quieto), o si la temperatura atmosférica es alta (con lo que la diferencia de temperaturas entre agua y aire disminuye), el intercambio de calor empeora en consecuencia, afectando adversamente al motor. Como se ve en la figura, un electroventilador sirve para mantener la refrigeración adecuada bajo condiciones severas de funcionamiento. Obliga al aire a pasar a través del radiador y alrededor del motor para disipar el calor, esté o no la motocicleta en movimiento.

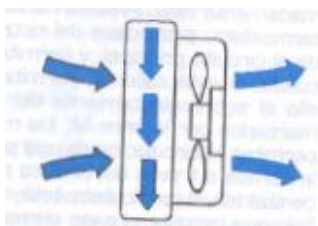


Figura 4.20: Funcionamiento de un electroventilador de un radiador de agua, que toma el caudal de aire a través de este último

#### 4.5.2.6 Termocontacto

El termocontacto está formado por una lámina bimetálica, la cual, al dilatarse por efecto de la temperatura, cierra un interruptor que gobierna el accionamiento del motor eléctrico, que a su vez impulsa al electroventilador. Su temperatura de cierre va grabada en un lateral, junto con la de apertura, que suele estar 5 ó 10° por debajo de la de cierre. El termocontacto puede ir alojado en el radiador o en la culata, a la salida del termostato. En la figura se observa el esquema de un termocontacto.

#### 4.5.2.7 Tapón de radiador

La temperatura de ebullición de un líquido depende de la presión y crece con ella. Como cuando el agua hierve produce colchones de vapor que imposibilitan la refrigeración, aparte de expulsar fuera del circuito parte del refrigerante, hay que tratar por todos los medios de evitar tal fenómeno. Una manera de hacerlo es elevar la temperatura citada: para ello, se usará líquido refrigerante en lugar de agua, y se empleará un tapón del radiador presurizado. Su valor, combinando ambos efectos, puede llegar con facilidad hasta unos 125 °C, lo cual quiere decir que el líquido no hervirá antes de esa temperatura. Una advertencia imprescindible es la de esperar siempre a que el motor esté frío, antes de abrir el tapón, pues, de otro modo, se pueden sufrir graves quemaduras al hervir el líquido por efecto de la disminución de la presión del circuito. La constitución de un tapón de este tipo se aprecia en la figura, donde se muestra una sección del mismo. La grande C es la válvula de sobrepresión y la pequeña D la de ventilación.

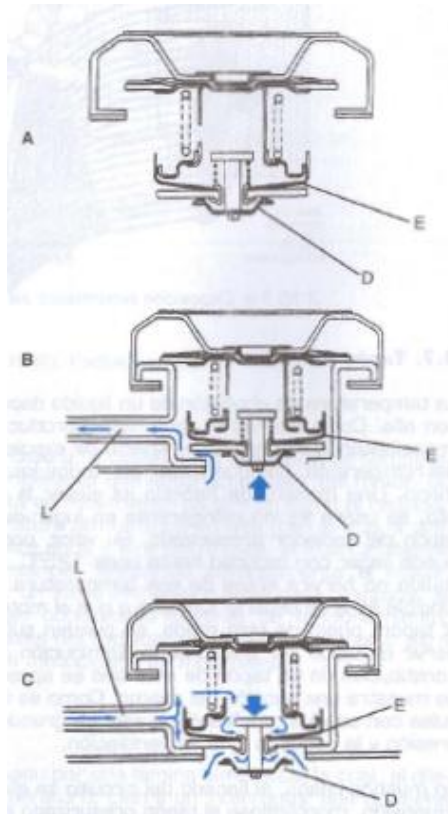


Figura 4.21: Distintas posiciones que pueden adoptar las válvulas de un tapón presurizado de un radiador de agua

En muchos casos, el llenado del circuito se efectúa a través del vaso de expansión, montándose el tapón presurizado en el mismo, por lo que no existe válvula de ventilación. Si la presión en el circuito aumenta, debido a un incremento de la temperatura del refrigerante, se estabiliza a través de la válvula de sobrepresión. Al exceder el límite prescrito, la válvula se abre, de modo que la presión en el sistema se

regula liberando el líquido L-cuyo volumen ha aumentado al hacerlo la temperatura-hacia el bote de expansión. Este momento se aprecia en la figura en la parte B. Observando la figura C, cuando el refrigerante se enfría tras la parada del motor y la presión se reduce al disminuir el volumen del liquido, la presión atmosférica a la que se encuentra el liquido, en el bote, abre la válvula de ventilación de manera que parte del refrigerante L vuelve al radiador.

#### 4.5.2.8 Depósito de reserva o expansión

Tal y como se vio en el apartado anterior, el depósito de reserva sirve para almacenar temporalmente el líquido refrigerante sobrante mientras el circuito está caliente. En la figura se aprecia un sencillo esquema de su colocación en paralelo con dicho circuito. Sirve, en definitiva, para controlar el nivel del refrigerante. Está conectado al radiador R mediante un tubo de sifón S que se une a él (D) en el tapón presurizado P.

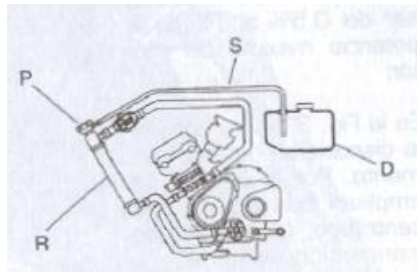


Figura 4.22: Disposición de un depósito auxiliar de líquido refrigerante, denominado normalmente “bote de expansión”

#### 4.5.2.9 Termostato

El termostato es una válvula que actúa en función de la temperatura. Se dispone a la salida de la culata, antes del manguito que comunica la misma con la parte superior del radiador. Ayuda a calentar el motor cerrándose, impidiendo así la circulación del refrigerante cuando el motor está aún demasiado frío. En la figura se aprecia cómo en su parte inferior tiene un cilindro C. Éste está relleno de cierta sustancia de coeficiente de dilatación muy alto (generalmente cera). En el primer dibujo, el agua está fría y el muell M –cuyas espiras se ven en sección- asegura el plato P de cierre contra su asiento, impidiendo al líquido salir hacia el exterior.

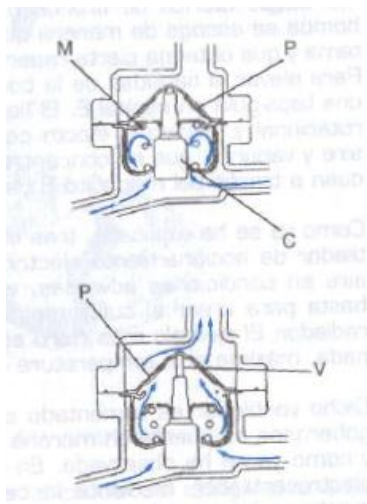


Figura 4.23: Funcionamiento de un termostato de un sistema de refrigeración por agua

En la figura anterior, el agua ya está caliente (entre 85 y 90 °C), y la cera contenida en el cilindro inferior del termostato se ha dilatado. Al hacerlo, ha empujado al pistón interior que lo cierra, y éste a su vez lo ha hecho con la varilla central V. Cuando esto sucede, dicha varilla hace tope en el arco de cierre superior y, como éste no se desplaza, lo hace el conjunto de plato y pistón hacia abajo. En ese momento se está comprimiendo el muelle de cierre y que dando por tanto abierto el paso de refrigerante hacia el radiador, donde se enfriará.

El termostato regula adecuadamente la temperatura del motor, aunque varíe la presión atmosférica. Es una pieza fundamental cuyo correcto funcionamiento hay que vigilar. Si se manipula, se cometería un error seguro: en caso de dejarlo abierto o simplemente quitarlo de su alojamiento, el refrigerante circularía incluso a bajas temperaturas. Esto impediría alcanzar la temperatura de funcionamiento óptima del motor, originando el sobreenfriamiento; si se dejase cerrado, o si estuviese deteriorado y no abriese, impediría la circulación del refrigerante. Por tanto, el radiador no podría disipar el calor sobrante cuando la temperatura del motor excediese el límite crítico.

#### 4.5.2.10 Bomba de agua

La bomba hace circular el líquido en el sistema de refrigeración, impide la formación de bolsas de vapor y aire, y asegura una refrigeración uniforme. El número de veces que debe ser capaz de impulsar todo el contenido del circuito en un minuto es de alrededor de diez. La potencia que consume viene a ser del 0,5 % al 1 % de la potencia máxima del motor.

En la figura se aprecia la disposición de este elemento. Por lo común, se emplean bombas de tipo centrífugo. La relación de transmisión entre el eje del rotor R y el cigüeñal se elige cercana a la unidad, lo cual permite reducir las dimensiones de la bomba. El rodete T de la bomba se fabrica de bronce o plástico. La presión que comunica la bomba se escoge de manera que supere todas las resistencias del sistema y

que obtenga cierta reserva para evitar fenómenos de cavitación. Para elevar la fiabilidad de la bomba, se coloca a la entrada del rodete una tapa-guía en espiral E. El líquido que entra adquiere un movimiento rotacional y, debido al efecto centrífugo, se separa de las burbujas de aire y vapores, que se concentran en la zona central del flujo, y se evacúan a través del manguito B de la figura 4.21

Como ya se ha explicado, tras el radiador se suele disponer de un ventilador de accionamiento eléctrico, para así generar una corriente de aire en condiciones adversas, en las que la velocidad del vehículo no basta para crear el suficiente caudal de aire como para refrigerar el radiador. El ejemplo más claro es el de la circulación urbana congestionada, máxime si la temperatura exterior es elevada.

Dicho ventilador es alimentado eléctricamente por la batería, estando gobernada su puesta en marcha por el denominado termocontacto, tal y como ya se ha observado. En la actualidad, se tiende a gobernar el electroventilador, mediante la centralita de gestión del motor (lógicamente en los modelos que la equipen), por lo que el termocontacto es sustituido por un termistor negativo o resistencia NTC, la cual disminuye su valor óhmico (o resistencia) a medida que se incrementa la temperatura. Dicho termistor, es el mismo que informa a la centralita, de la temperatura del líquido refrigerante.

En un futuro no muy lejano, dicha centralita también gestionará la alimentación de la bomba de agua, cuyo accionamiento pasará de ser mecánico a eléctrico, para así ajustar el caudal del refrigerante a las condiciones de funcionamiento del motor.



## **5 ELABORACIÓN DE PROTOTIPO DE MOTO**

Para la realización de la puesta a punto del motor lo primero que se necesita es un banco de pruebas. Dado que la Universidad Pública de Navarra no cuenta con uno, hubo que buscarlo fuera.

Tras consultar varias opciones, la mejor fue la que nos brindó el Centro Donapea. Este centro de enseñanza posee un Taller Profesional en la localidad de Zizur, en la cual disponen de un banco de pruebas, que nos servía perfectamente para nuestro cometido.

Talleres Profesionales Zizur, vinculado al IES Donapea, es un taller profesional, perteneciente al Gobierno de Navarra, en el que se imparten los cursos de Ayudante de Reparación de Vehículos para programas de iniciación profesional, Modelo G, en castellano.

El profesor del centro, José Antonio Baeza, se puso en contacto con nosotros para ofrecernos su ayuda; y la encontramos, gracias a que nos facilitó el banco de pruebas de potencia, necesario para realizar el estudio, además de muchísimo asesoramiento y consejos en otras partes de la moto.

Allí disponen de un banco de pruebas de potencia, de la marca Motolab, que lo utilizan para poner a punto distintas motos que arreglan ellos mismos o para prepararlas para diversas carreras. Justo lo que nosotros necesitábamos. Cuenta además con todo el material necesario para la manipulación del motor, acoplamiento de todas las partes, y por último, estando totalmente equipado para la utilización del banco.

El banco de pruebas de potencia disponible es de tipo inercial. Esto quiere decir, que hay que montar toda la moto sobre él para poder obtener datos. El mecanismo es muy sencillo y práctico, ya que el banco recoge la información del motor (par, potencia, velocidad) a través de unos rodillos, sobre los que está apoyada la rueda trasera. Estos datos son recogidos por el ordenador.

Como se ha comentado anteriormente, la elaboración de la moto para la competición de Motostudent, es un trabajo en equipo y cada miembro nos ocupamos de una parte diferente, haciendo todo el trabajo en paralelo. Mientras se realizan las pruebas del motor se diseña el chasis, basculante, carenado, subchasis, etc...por lo que en este momento todavía no se cuenta con la moto totalmente fabricada para probarla.

De este modo, para las pruebas del motor, ha sido necesaria la elaboración de una bancada donde montar el motor junto con los elementos necesarios (tubo de escape, carburador, radiador, centralita) para poder ponerlo a punto, y realizar el estudio.

## 5.1 Chasis

Gracias a la ayuda de varios familiares moteros, fue posible conseguir un chasis de una moto en desuso de uno de ellos. Este chasis contaba además con rueda delantera, amortiguador, manillar y basculante.



En la fotografía de la izquierda se puede ver el chasis sin ninguna modificación. En la de la derecha, está ya un poco retocado, con su manillar, horquilla, basculante y amortiguador propio, y con la llanta trasera proporcionada por la Organización y un neumático de competición.

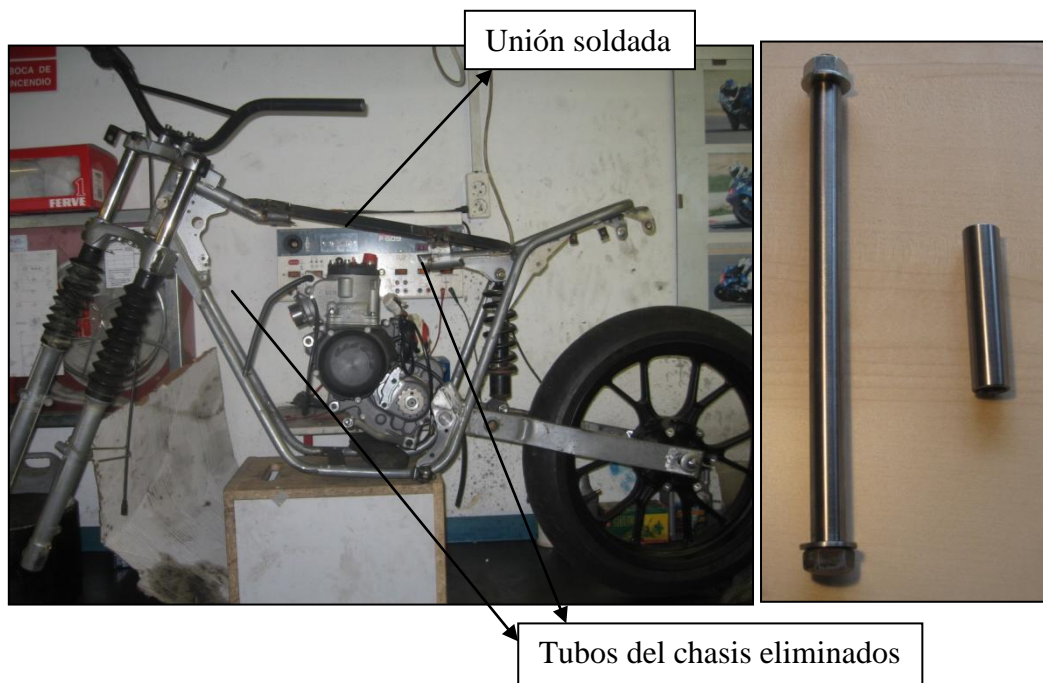
Este chasis pertenece a una moto de la marca Derbi FDS. Nacida en 1986, es de la época de las celebres Puch Condor, la Suzuki DR big 50, la Bultaco Lobito, etc... motos de juventud de aquella época. Ciclomotor de 2 tiempos en un solo cilindro, fue carne de cañón para hacer trucajes (como todas sus similares de época), pasando en la mayoría a convertirse en engendros de 65cc o 75 cc. Destacaba por montar un amortiguador central detrás del motor, lo que la hizo convertirse en preferencia de muchos por el avance en comodidad que esto supone. Aspecto de moto Enduro total, resistencia probada, lista para aguantar cualquier tipo de trote.

Ficha técnica:

Tiempos:	2
Cilindros:	1
Cilindrada:	49,8 cc
Refrigeración:	Aire
Lubricación:	Seperate, Automatica
Carburador:	Dell'Orto SHA 12
Encendido:	CDI
Marchas:	4
Freno delantero:	Disco
Freno trasero:	Tambor
Rueda delantera:	3,00 - 19
Rueda trasera:	4,10 - 18
Peso en seco :	88 Kg
Capacidad depósito:	7 L



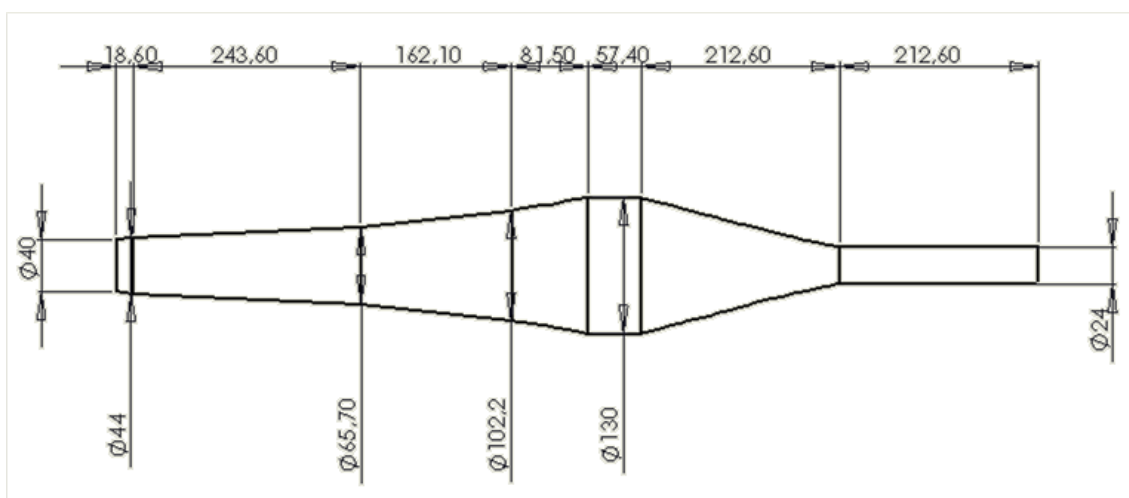
La unión del motor al chasis fue un poco complicada, dado que esta moto alberga motores más pequeños. Por ello hubo que hacerse varias modificaciones al chasis, cortando tubos y soldando otros. Además ha sido necesaria la elaboración de distintos ejes y casquillos para la unión entre ambos cuerpos, como los que se muestran a continuación.



## 5.2 Tubo de escape

El tubo de escape que utilizará la moto está diseñado totalmente a medida, por otra compañera del equipo, siendo mi cometido el fabricarlo y comprobar su buen funcionamiento una vez que se ponga el motor en marcha.

El diseño del tubo es el siguiente:



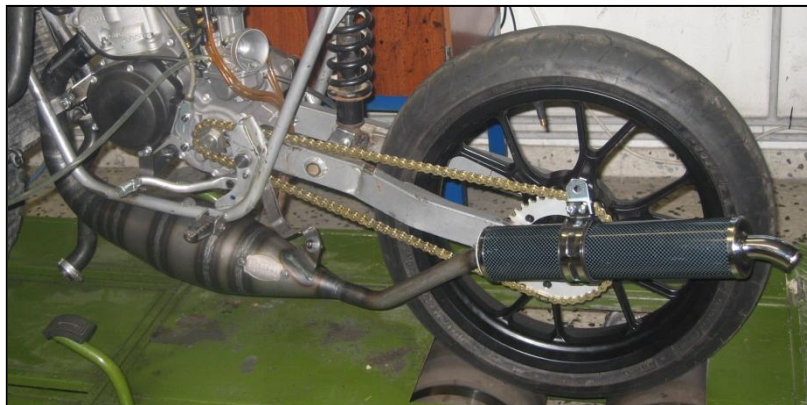
La fabricación del tubo de escape se llevó a cabo en Barcelona, en la empresa SCR Corse, dedicada a la fabricación de tubos de escape de competición, siendo el

resultado final el que se muestra en la fotografía. En la misma se puede apreciar la soldadura manual efectuada para unir los diferentes tramos de tubo, tarea muy minuciosa y complicada.



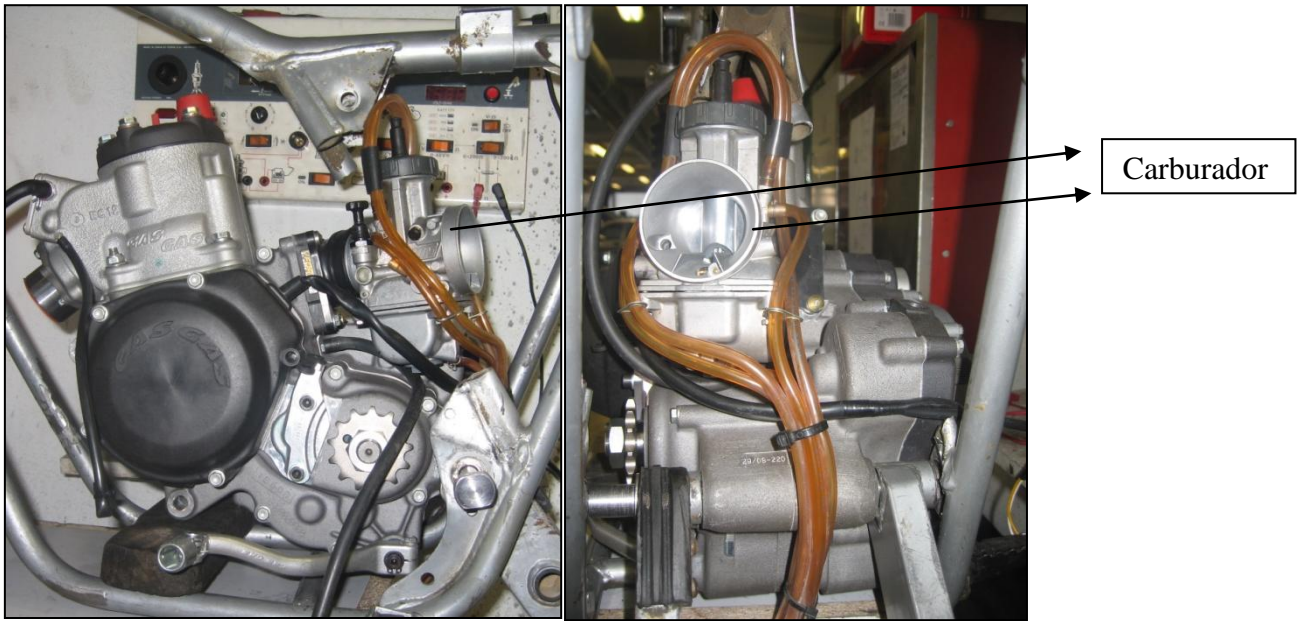
A este tubo le falta la parte final, el silencioso, que hubo que comprarlo a parte, siendo este industrial.

Se puede ver en la imagen, el tubo de escape unido al silencioso, montado sobre la moto.



### 5.3 Carburador

El carburador a utilizar en la motocicleta, es de determinación propia por cada equipo. Una compañera del equipo se dedicó a su elección. En un principio se pensó en utilizar un carburador electrónico de última generación, con centralita propia, pero por falta de información al respecto, y su elevado coste, se desechó la idea. Finalmente la elección se fijó en un carburador de la marca Keihin, el modelo PWK de 38 mm. Carburador mecánico de difusor variable, de tiro directo y campana plana, que son los más empleados en motos de carácter radicalmente deportivo, como es el caso.



En la fotografía anterior se muestra el carburador unido al motor, vista lateral y de frente.

En el Anexo III está incluido un despiece detallado del carburador.

### 5.4 Desarrollo

Otro aspecto importante que hubo que determinar fue el desarrollo de la moto. Se fijó un piñón de 13 dientes junto con una corona de 41 dientes, todo ello con una cadena de paso 0,520.



Los desarrollos de las motos se pueden acortar o alargar en función de lo que se busca. Si se quiere que acelere o recupere antes, acortar el desarrollo, esto se hace montando un piñón más pequeño o corona más grande. Si se quiere más velocidad punta pero a coste de perder aceleración, el paso sería al revés, montar un piñón más grande o una corona más pequeña. De todos modos los desarrollos de transmisión no afectan a la potencia del motor.

En la siguiente tabla se muestran las relaciones corona-piñón posibles por si se quiere cambiar el desarrollo de la moto.

**CORONAS**

	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
8	2.75	2.88	3.00	3.13	3.25	3.38	3.50	3.63	3.75	3.88	4.00	4.13	4.25
9	2.44	2.56	2.67	2.78	2.89	3.00	3.11	3.22	3.33	3.44	3.56	3.67	3.78
10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40
11	2.00	2.09	2.18	2.27	2.36	2.45	2.55	2.64	2.73	2.82	2.91	3.00	3.09
12	1.83	1.92	2.00	2.08	2.17	2.25	2.33	2.42	2.50	2.58	2.67	2.75	2.83
13	1.69	1.77	1.85	1.92	2.00	2.08	2.15	2.23	2.31	2.38	2.46	2.54	2.62
14	1.57	1.64	1.71	1.79	1.86	1.93	2.00	2.07	2.14	2.21	2.29	2.36	2.43
15	1.47	1.53	1.60	1.67	1.73	1.80	1.87	1.93	2.00	2.07	2.13	2.20	2.27
16	1.38	1.44	1.50	1.56	1.63	1.69	1.75	1.81	1.88	1.94	2.00	2.06	2.13
17	1.29	1.35	1.41	1.47	1.53	1.59	1.65	1.71	1.76	1.82	1.88	1.94	2.00
18	1.22	1.28	1.33	1.39	1.44	1.50	1.56	1.61	1.67	1.72	1.78	1.83	1.89

	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
8	4.38	4.50	4.63	4.75	4.88	5.00	5.13	5.25	5.38	5.50	5.63	5.75	5.88
9	3.89	4.00	4.11	4.22	4.33	4.44	4.56	4.67	4.78	4.89	5.00	5.11	5.22
10	3.50	3.60	3.70	3.80	3.90	4.00	4.10	4.20	4.30	4.40	4.50	4.60	4.70
11	3.18	3.27	3.36	3.45	3.55	3.64	3.73	3.82	3.91	4.00	4.09	4.18	4.27
12	2.92	3.00	3.08	3.17	3.25	3.33	3.42	3.50	3.58	3.67	3.75	3.83	3.92
13	2.69	2.77	2.85	2.92	3.00	3.08	3.15	3.23	3.31	3.38	3.46	3.54	3.62
14	2.50	2.57	2.64	2.71	2.79	2.86	2.93	3.00	3.07	3.14	3.21	3.29	3.36
15	2.33	2.40	2.47	2.53	2.60	2.67	2.73	2.80	2.87	2.93	3.00	3.07	3.13
16	2.19	2.25	2.31	2.38	2.44	2.50	2.56	2.63	2.69	2.75	2.81	2.88	2.94
17	2.06	2.12	2.18	2.24	2.29	2.35	2.41	2.47	2.53	2.59	2.65	2.71	2.76
18	1.94	2.00	2.06	2.11	2.17	2.22	2.28	2.33	2.39	2.44	2.50	2.56	2.61

	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
8	6.00	6.13	6.25	6.38	6.50	6.63	6.75	6.88	7.00	7.13	7.25	7.38	7.50
9	5.33	5.44	5.56	5.67	5.78	5.89	6.00	6.11	6.22	6.33	6.44	6.55	6.67
10	4.80	4.90	5.00	5.10	5.20	5.30	5.40	5.50	5.60	5.70	5.80	5.90	6.00
11	4.36	4.45	4.55	4.64	4.73	4.82	4.91	5.00	5.09	5.18	5.27	5.36	5.45
12	4.00	4.08	4.17	4.25	4.33	4.42	4.50	4.58	4.67	4.75	4.83	4.92	5.00
13	3.69	3.77	3.85	3.92	4.00	4.08	4.15	4.23	4.31	4.39	4.47	4.55	4.63
14	3.43	3.50	3.57	3.64	3.71	3.79	3.86	3.93	4.00	4.07	4.14	4.21	4.28
15	3.20	3.27	3.33	3.40	3.47	3.53	3.60	3.67	3.73	3.80	3.87	3.94	4.00
16	3.00	3.06	3.13	3.19	3.25	3.31	3.38	3.44	3.50	3.56	3.63	3.69	3.75
17	2.82	2.88	2.94	3.00	3.06	3.12	3.18	3.24	3.29	3.35	3.41	3.47	3.53
18	2.67	2.72	2.78	2.83	2.89	2.94	3.00	3.06	3.11	3.17	3.22	3.28	3.33

**FACTOR**

MAYOR AFRANQUE →

← MAYOR VELOCIDAD FINAL

Más información a cerca del manejo de esta tabla se encuentra en el Anexo V.

Una tarea complicada y maniobrosa fue el posicionamiento de la cadena, ajustarla perfectamente para que quedara tensa, y sin chocar con ningún otro elemento. Tubo que hacerse mediante la ayuda de un láser para comprobar que exactamente estaba bien colocada, como se observa en la fotografía.



*Ajuste de la cadena con láser*

## 5.5 Aceites

La elección de los aceites no fue muy complicada, dado que la empresa Sil-Lubricants nos ofreció toda su ayuda, además de los productos.

Hubo que elegir dos tipos de aceite, uno para la premezcla y otro para el cambio y el embrague.

- Premezcla:

Sil-HRC COMPETITION, ANTIPOLLUTION

Sil-HRC es un lubricante sintético de 2 tiempos que ofrece la máxima resistencia de la película y capacidad de carga.

-Actúa como aumentador de octanos.

-Combustión extraordinariamente limpia.

-Película de resistencia muy elevada.

Sil-HRC está formulado como lubricante premezcla, puede ser utilizado en proporciones de 33:1 a 100:1. Para un rendimiento óptimo se recomienda 50:1, siendo este el que hemos utilizado.

- Cambio y embrague:

SIL 15 WSTR CAMBIO Y EMBRAGUE

Aceite especial para cajas de cambio y embrague integrado de las motocicletas de 2 tiempos.

- Absorbe las cargas de impacto.
- Menor fricción y menor desgaste.
- Adecuado para embragues húmedos.
- Aumenta la transmisión de potencia.

Ofrece lo último en protección de transmisiones y cardan. Diseñado para estas aplicaciones, es muy superior a los aceites normales en todos los aspectos relativos a la lubricación del embrague y caja de cambios.

Con los aditivos de extrema presión y PTFE se consigue que SIL 15WSTR sea un lubricante capaz de absorber las fuertes cargas de impacto, frecuentes en la transmisión, especialmente durante el cambio de velocidades, y en la aceleración y deceleración. La extrema resistencia de la película SIL 15WSTR evita el contacto metal con metal de los dientes de los engranajes.

Es compatible totalmente con los embragues húmedos que incorporan la mayoría de las motocicletas de 2 tiempos, prologando la vida de sus componentes. Estas viscosidades se destinan también a los motores con cárter y caja de cambios independientes como sustitución de los aceites estándar.

En la fotografía se pueden ver los envases de cada uno de los aceites.

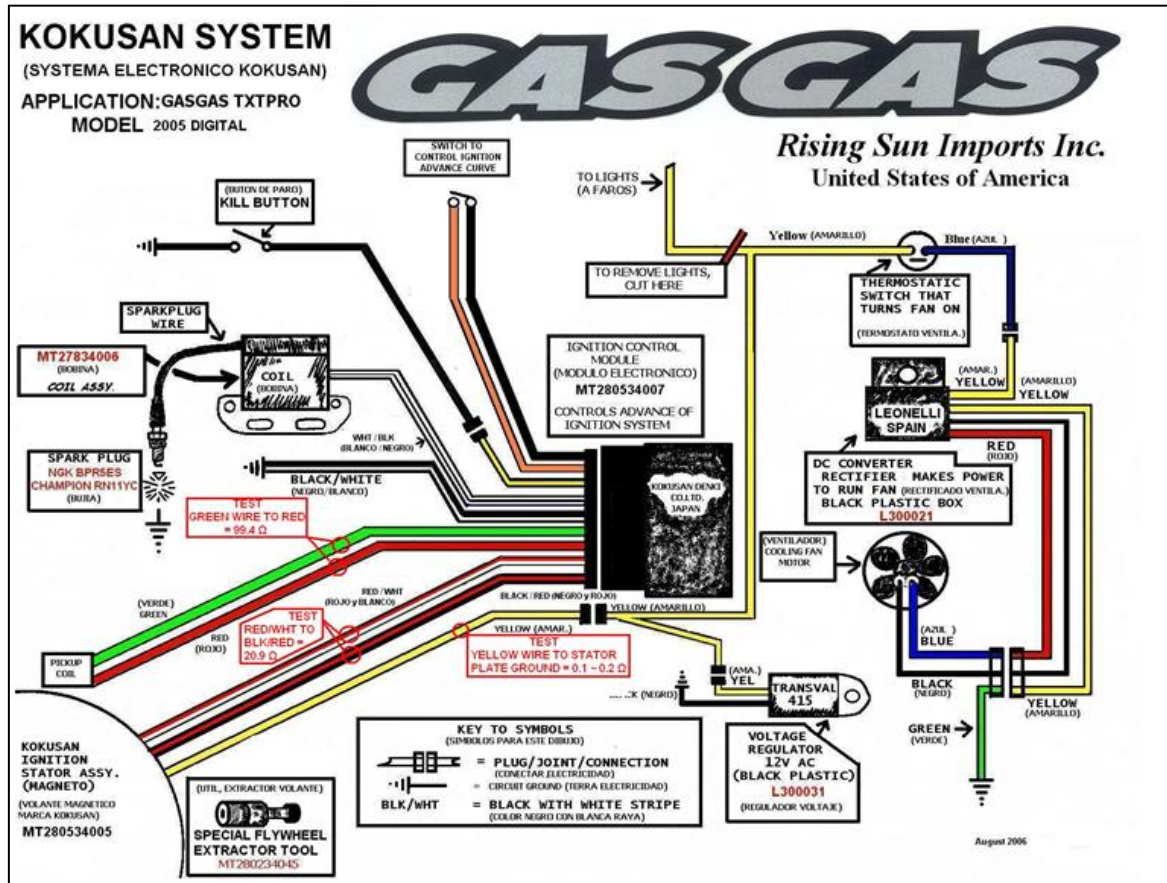


*Aceites empleados*



## 5.6 Resultado final

Lo último que se hizo, una vez estaba todo lo demás montado, fue conectar la bobina, la centralita suministradas por la Organización, siguiendo el siguiente croquis para la centralita.



Esquema de conexión de la centralita

Con esto lo primero que se hizo fue una comprobación del salto de chispa de la bujía, para ver que la conexión era correcta.

A la hora de realizar las pruebas del motor, todavía no teníamos el radiador deseado, por lo que nos vimos en la obligación de adaptar uno viejo, de similares características al deseado, a todo el sistema.

El resultado final obtenido es el siguiente:



*Prototipo sobre banco de pruebas*

## **6 PUESTA A PUNTO EN BANCO DE PRUEBAS**

Una vez realizado todo el montaje del prototipo de moto, lo montamos en el banco de pruebas. Con esto lo que se pretende es poner en marcha el motor, para comprobar el buen funcionamiento del tubo de escape realizado y del carburador seleccionado. Así se intentará conseguir sacar al motor toda la potencia y par posible.

### **6.1 Principios básicos**

Los motores de combustión interna por cilindros desempeñan dos funciones fundamentales. En primer lugar, deben hacer bombas que aspiren el aire y lo hagan pasar por sus mecanismos. En segundo lugar, deben ser capaces de extraer calor a partir de dicho flujo de gases y de convertirlo en una forma utilizable de energía.

En este sentido, la puesta a punto debe consistir en alterar uno de dichos procesos, o ambos, para obtener mayor potencia en ciertas condiciones. Puede ser lo mismo que afinar un instrumento de música, en el sentido de que un componente, un carburador por ejemplo, se puede ajustar y corregir hasta que esté perfectamente ajustado. También puede consistir en trabajar sobre cierta pieza para mejorar su eficiencia; o (lo que es más corriente) para mejorar su eficiencia en cierto intervalo de revoluciones. Por último, la puesta a punto puede querer decir hacer cambios bastante radicales: un motor mayor, por ejemplo, nos dará una potencia mayor que otro pequeño.

No es difícil tomar una motocicleta corriente de dos tiempos, de serie, y convencerla de que nos proporcione mayor potencia, pero es esencial darse cuenta de que es muy poco probable que hayamos conseguido así un motor mejor, a no ser que tenga buenas razones para suponer que dispone de mejores medios y conocimientos que los de la fábrica. Los motores, sobre todo los de carretera, se diseñan con muchos compromisos. Deben dar buena potencia, pero a la vez deben ser flexibles y se deben poder manejar por motoristas poco expertos. Su fabricación debe ser económica, pero al mismo tiempo deben ser fiables. Deben dar muchos kilómetros de servicio en condiciones muy diversas sin tener que visitar el taller. Por último, están sujetos a una serie de límites legales de ruido, humos y otros.

A causa de esta serie de requisitos, muy diversos y a veces enfrentados entre sí, es posible mejorar la potencia máxima a costa de otros factores menos importantes. Una moto de carreras puede hacer más ruido que una de carretera, necesita menor flexibilidad, los costes de mantenimiento son de menor importancia, y puede pasar por el taller con gran frecuencia. Un motor que se dedica exclusivamente a las carreras necesitará probablemente una o dos reconstrucciones generales cada temporada (incluso revisión del cigüeñal), y necesitará reparaciones cada tres o cuatro carreras.

Hay una escuela de pensamiento que dice que un motor de carreras debe quemarse nada más cruzar la línea de meta, para estar seguros de que se ha forzado al máximo. Los caballos son caros.

Existe un terreno en el que el individuo tiene ventaja sobre la cadena de montaje. Puede permitirse dedicar tiempo y trabajo al motor, asegurarse de que las tolerancias y juegos son correctos, y de que las piezas encajan exactamente, de tal forma que los conductos de gases sean regulares y no estén obstaculizados por rebabas ni por juntas que asomen. Por desgracia, si hablamos de motores japoneses, esto no suele suponer grandes ventajas. Se aseguran muy bien de que estén en orden los detalles más importantes, y aunque le parezca que el montaje es algo chapucero, seguramente descubrirá que no tiene importancia.

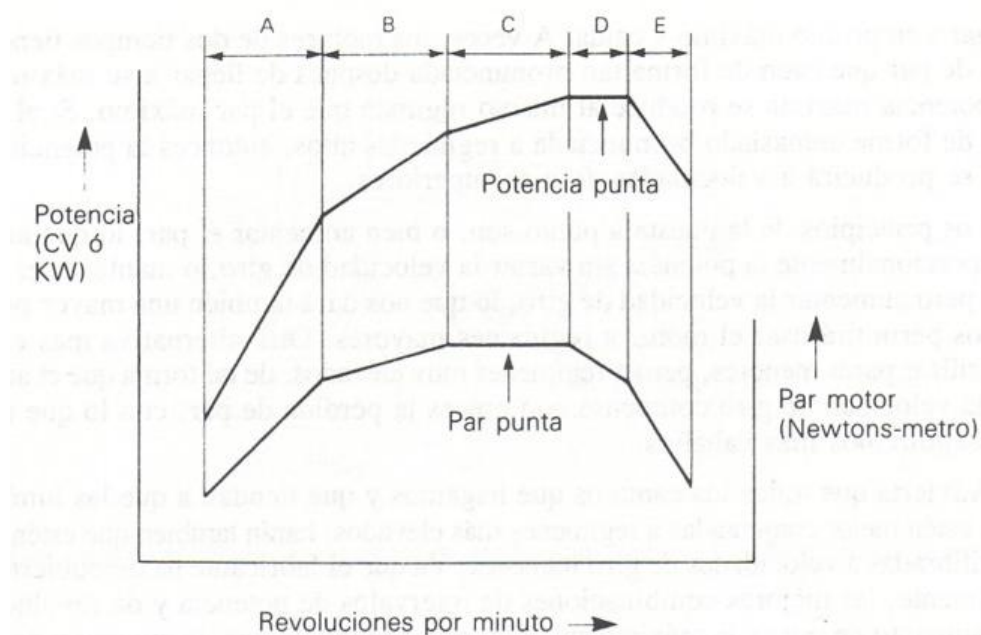
Esto dicho, las motos de dos tiempos todavía son susceptibles de grandes cambios. Es posible mejorar la potencia de una moto de carretera de un 20 a un 30 por ciento, si no le importa tener un motor con una banda de potencia estrecha. Lo puede aumentar en un 50 por ciento si está dispuesto a enfrentarse a una bajada importante de la fiabilidad, y a usar piezas caras, de carreras.

Las expresiones potencia, par y banda de potencia van a aparecer con frecuencia, por lo que es buena idea definirlos ya.

El resultado de un motor se aprecia, en último extremo, como fuerza a lo largo de la cadena de transmisión. Es el par del motor (o “par motor”) el responsable de esta fuerza; se llama par a una fuerza que se aplica a cierta distancia de un punto de apoyo; en el caso de un motor, de un eje: el del cigüeñal. Cuanto mayor sea la distancia de la fuerza al eje, mayor es el par: por ello, una persona de poco peso que se sienta en el extremo de un balancín puede levantar a una persona gruesa que se sienta hacia la mitad del otro lado del mismo.

Los motores producen pares, pero sobre un eje que se está moviendo continuamente, lo que nos presenta un nuevo concepto: la velocidad de giro (también llamada velocidad de rotación, revoluciones o régimen). Si se conectase el motor a un torno, haría falta cierto par para levantar un peso determinado. Un motor que diese el mismo par, pero a una velocidad superior, podría izar el mismo peso, pero lo haría más deprisa. Esto nos introduce el concepto de potencia (también llamada “potencia el freno”): se define como el par multiplicado por la velocidad de giro. Un vatio equivale a un newton-metro por segundo.

Si un motor diese el mismo par a todas las velocidades de giro, la potencia aumentaría de forma progresiva con la velocidad de giro, (Figura sección C). Si el par aumenta también al aumentar la velocidad de giro, aumentará cada vez más la potencia (A y B). Si el par cae de forma suave, la potencia permanecerá constante (D) porque la pérdida de par será suplida por el aumento de velocidad de giro. Cuando el par cae más bruscamente, también bajará la potencia (E).



*La relación entre par motor y potencia; asociados por las revoluciones del motor*

Cuando se aumenta progresivamente la velocidad de giro de un motor, desde el mínimo hasta el máximo (a todo gas), el par suele empezar en niveles bajos, va creciendo hasta un máximo y luego descende; la caída es cada vez mayor al ir acercándose el motor a su velocidad de giro máxima. En este límite superior de velocidad, el motor gira tan deprisa que las lumbreras no están abiertas el tiempo necesario con objeto de que entren los gases suficientes para producir tanto par como a velocidades inferiores. Y tampoco hay tiempo suficiente para quemarlos. El motor es poco eficiente, como bomba y como intercambiador de calor.

El punto en que el par llega al máximo es aquél en que el motor consigue su eficiencia máxima como bomba. En este intervalo de regímenes, absorberá más gases en cada ciclo que a ninguna otra velocidad de giro: este concepto de flujo de gases es importante para el mecánico de puesta a punto.

A regímenes inferiores, la eficiencia de bombeo no es tan buena porque su acción depende hasta cierto punto de conseguir que los gases alcancen una velocidad adecuada y que se pueda aprovechar su inercia para llenar el motor. También hay bastante solapamiento entre las lumbreras, y si se hace girar el motor a una velocidad demasiado baja, los gases que deberían quedarse atrapados dentro tendrían tiempo de salir por lumbreras que siguen abiertas. Los tamaños de las lumbreras y los intervalos de tiempo que están abiertas tienen que ajustarse a la velocidad a la que debe girar el motor.

Esta crecida gradual, máxima y bajada de la curva de par produce una curva de potencias que, a regímenes bajos y medios, sube de forma bastante pronunciada, hasta llegar a su propio máximo y caída. A veces, los motores de dos tiempos tienen curvas

de par que caen de forma tan pronunciada después de llegar a su máximo. Que la potencia máxima se produce al mismo régimen que el par máximo. Si el par no cae de forma demasiado pronunciada a regímenes altos, entonces la potencia máxima se producirá a velocidades de giro superiores.

Los principios de la puesta a punto son, o bien aumentar el par, lo que aumenta proporcionalmente la potencia sin variar la velocidad de giro, o mantener el mismo par pero aumentar la velocidad de giro, lo que nos dará también una mayor potencia y nos permitirá usar el motor a regímenes mayores. Otra alternativa más extrema es utilizar pares menores, pero a regímenes muy elevados, de tal manera que el aumento en la velocidad de giro compense con creces la pérdida de par, con lo que al final conseguiremos más caballos.

Advierta que todos los cambios que hagamos y que tiendan a que las lumbrera, etc., estén mejor conjuntadas a regímenes más elevados, harán también que estén menos equilibradas a velocidades de giro menores. Ya que el fabricante ha descubierto, normalmente, las mejores combinaciones de intervalos de potencia y de revoluciones, un aumento de potencia máxima suele ir acompañado de una disminución el intervalo de regímenes. El aumento de revoluciones suele dar problemas de fiabilidad, pero además se pueden presentar dificultades de tipo práctico con un motor que sólo produce potencias útiles en una banda estrecha de regímenes. Las relaciones de las marchas pueden estar tan separadas que incluso cuando se lleva el motor hasta un máximo de revoluciones en una marcha, el cambio a la superior hace que las revoluciones caigan por debajo del límite inferior de la banda de potencias.

## 6.2 Motolab

Como ya se ha comentado en apartados anteriores, el banco de pruebas que se va a utilizar es un banco de pruebas de potencia, de la marca Motolab

### 6.2.1 ¿Qué es Motolab?

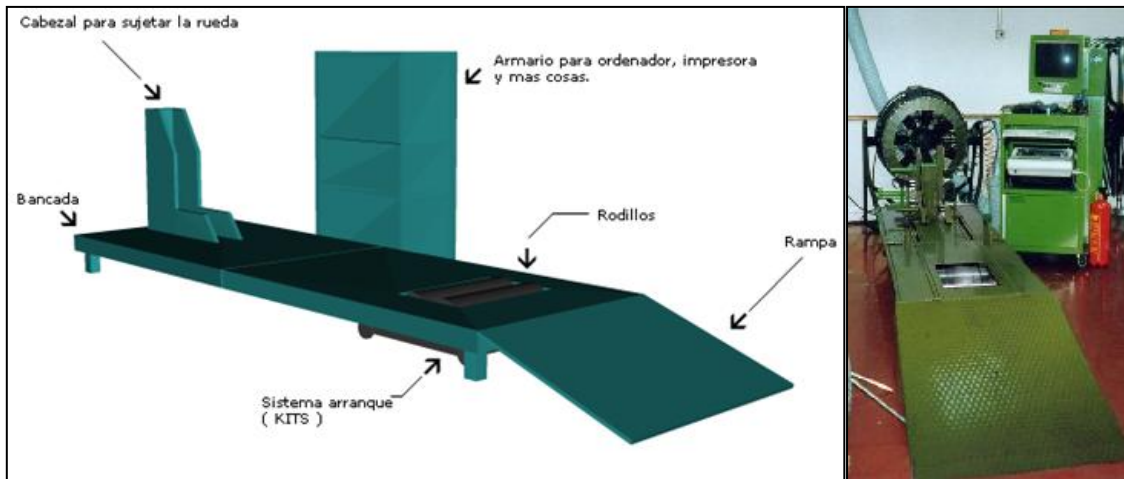
Motolab es un banco de pruebas de potencia, de tipo inercial, capaz de medir la potencia, el par, aceleración y velocidad, mediante una operación sencilla y muy rápida. Todo ello desde su propio taller, eliminando el riesgo de salir a la carretera a probar.

### 6.2.2 ¿Cómo es Motolab?

Motolab se compone de:

1. Una bancada que incorpora:
  - Un cabezal en el cual se incorpora la rueda delantera.
  - Dos rodillos sobre los cuales descansa la rueda trasera.
  - Una rampa de acero.
  - Un motor de arranque (opcional).
  - Un freno (opcional).

2. Un ordenador que recibe y almacena la información que el motor de la moto, a través de la rueda y los rodillos le suministra, todo gestionado desde el programa del software.
  - Motolab: programa con clave de protección (Alerta! No ejecutar sin llave/clave).
  - Motoview: versión reducida para visualización gráfica.



### 6.2.3 ¿Cómo funciona Motolab?

Motolab sólo necesita una aceleración con la relación de cambio más larga para ofrecer al instante (visualmente por pantalla y/o gráficamente por impresora) la gráfica de potencia y par en relación con las rpm. de potencia y velocidad con relación a tiempo en segundos.

### 6.2.4 ¿Para qué sirve Motolab?

Para obtener los siguientes servicios.

1. Comprobación con exactitud:
  - Potencia motor
  - Par motor
  - Régimen de velocidad
  - Aceleración
  - Avance al encendido
  - Carburación
  - Sistema de escape
  - Fugas
  - Vibraciones
  - Averías
2. Eliminación de :
  - Riesgo del mecánico probador
  - Riesgo de accidentar la moto
  - Riesgo de sanciones
  - Pérdida de tiempo al salir a la carretera
3. Mejora en:

- Absoluta garantía para el cliente del trabajo realizado
- Nuevos clientes interesados en principio a comprobar la potencia de su moto
- Comprobación de la mejora de los kits que se ofrecen a los clientes
- Acceso a nuevos trabajos: reparación de motos de carreras, potenciación de motos de serie

### **6.2.5 Ventajas de Motolab:**

Entre las innumerables ventajas podemos destacar las siguientes:

1. Doble rodillo
  - Perfecto acoplamiento y encaje de la moto
  - Mínimo desgaste de los neumáticos
  - Menor altura del banco
2. Arranque automático
  - El probador, sentado a los mandos de la moto pone esta en marcha aunque no disponga de arranque propio
3. Equipamiento
  - El equipo informático va protegido con un sistema anti copia
4. Funcionalidad
  - Todo el equipo está pensado de forma que las operaciones de instalación de la moto al banco y realización de la prueba se pueda realizar con una sola persona
5. Operatividad
  - Mediante el modelo semi-plegado, el conjunto ocupa el mínimo espacio. Así facilita el desplazamiento, tanto interior (dentro del taller) como exterior (con la ayuda de un sencillo útil, una sola persona puede cargar todo el conjunto a una furgoneta del tipo más pequeño).

En definitiva, un equipo completo, con el cual tanto los mecánicos como los aficionados a las motos tendrán una herramienta que les permita conseguir grandes mejoras en las prestaciones de la moto.

Hay que pensar que es una herramienta más y que no exime al profesional de disponer de los conocimientos propios de mecánica.

### **6.2.6 Sensores que utiliza Motolab:**

Motolab usa un sensor en el rodillo delantero, en la parte derecha. Este sensor es un encoder de impulsor incremental, y una pinza de inducción para hacer la relación moto-rodillo, para igualar las rpm del rodillo con la de la moto.

#### **6.2.6.1 Pinza de inducción**

La pinza de inducción permite detectar el momento en que se produce el encendido en un cilindro. Colocada alrededor del cable de encendido de un cilindro, genera, por efecto inductivo, una señal en el momento en que salta la chispa. A razón de una chispa por revolución para los motores de 2 tiempos y 1 chispa por dos revoluciones cuando se trata de motor 4 tiempos, la pinza de inducción permite medir el régimen en un motor de gasolina.



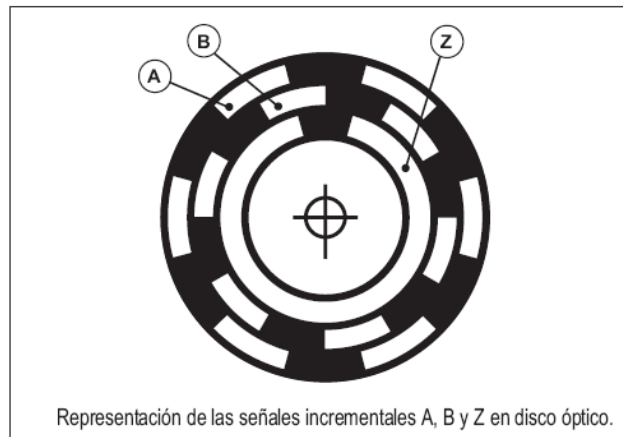
### 6.2.6.2 Encoder incremental

- Principio de funcionamiento:

El encoder es un transductor rotativo que transforma un movimiento angular en una serie de impulsos digitales. Estos impulsos generados pueden ser utilizados para controlar los desplazamientos de tipo angular o de tipo lineal, si se asocian a cremalleras o a husillos. Las señales eléctricas de rotación pueden ser elaboradas mediante controles numéricos (CNC), contadores lógicos programables (PLC), sistemas de control, etc. Las aplicaciones principales de estos transductores están en las máquinas herramienta o de elaboración de materiales, en los robots, en los sistemas de motores, en los aparatos de medición y de control.

- Encoder incremental

El encoder incremental proporciona normalmente dos formas de ondas cuadradas y desfasadas entre sí en 90° eléctricos, los cuales por lo general son “canal A” y “canal B”. Con la lectura de un solo canal se dispone de la información correspondiente a la velocidad de rotación, mientras que si se capta también la señal “B” es posible discriminar el sentido de la rotación en base a la secuencia de



datos que producen ambas señales. Está disponible además otra señal llamado canal Z o Cero, que proporciona la posición absoluta de cero del eje del encoder. Esta señal se presenta bajo la forma de impulso cuadrado con fase y amplitud centrada en el canal A. La precisión de un encoder incremental depende de factores mecánicos y eléctricos entre los cuales, el error de división del retículo, la excentricidad del disco, la de los rodamientos, el error introducido por la electrónica de lectura, imprecisiones de tipo óptico.

La unidad de medida para definir la precisión de un encoder es el grado eléctrico, éste determina la división de un impulso generado por el encoder, en efecto, los 360 grados eléctricos es suficiente aplicar la fórmula siguiente

$$360^\circ \text{ eléctricos} = \frac{360^\circ \text{ mecánicos}}{N^\circ \text{ impulsos/giro}}$$

El error de división en un encoder, está dado por el máximo desplazamiento expresado en grados eléctricos, de dos frentes de onda consecutivos. Este error existe en cualquier encoder y se debe a los factores antes citados.

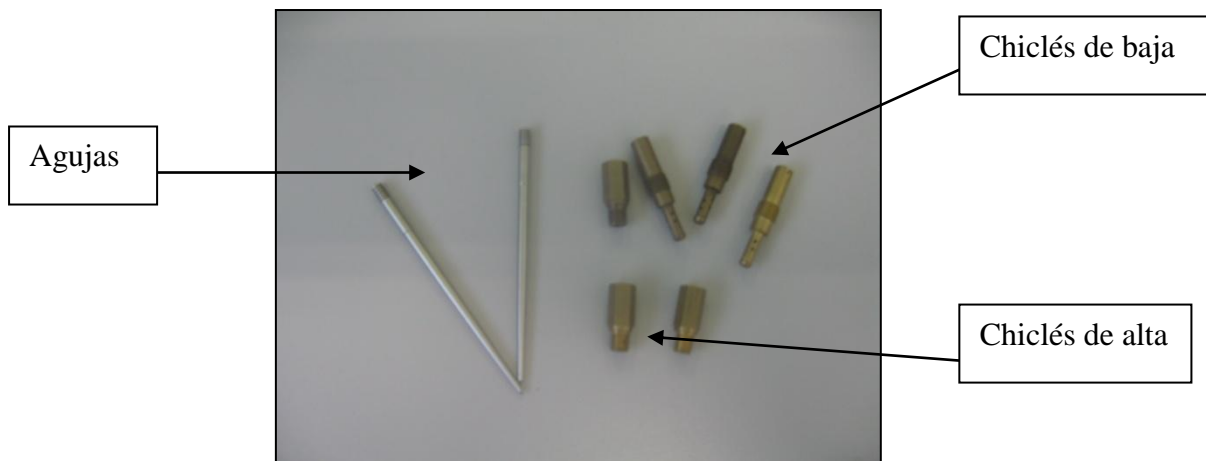
Más información sobre el encoder utilizado en Anexo IV.

### 6.3 Aspectos previos

Antes de poner en marcha el motor, hay que valorar las distintas posibilidades que influirán en el perfecto funcionamiento del motor. Como se verá a continuación, dependiendo de las combinaciones en los componentes del carburador, tubo de escape, avance al encendido, entre otros, el rendimiento del motor se verá afectado.

#### 6.3.1 Carburador

El carburador tiene varios parámetros variables, que son los chiclés de alta y de baja, el tipo de aguja y la posición de la misma.

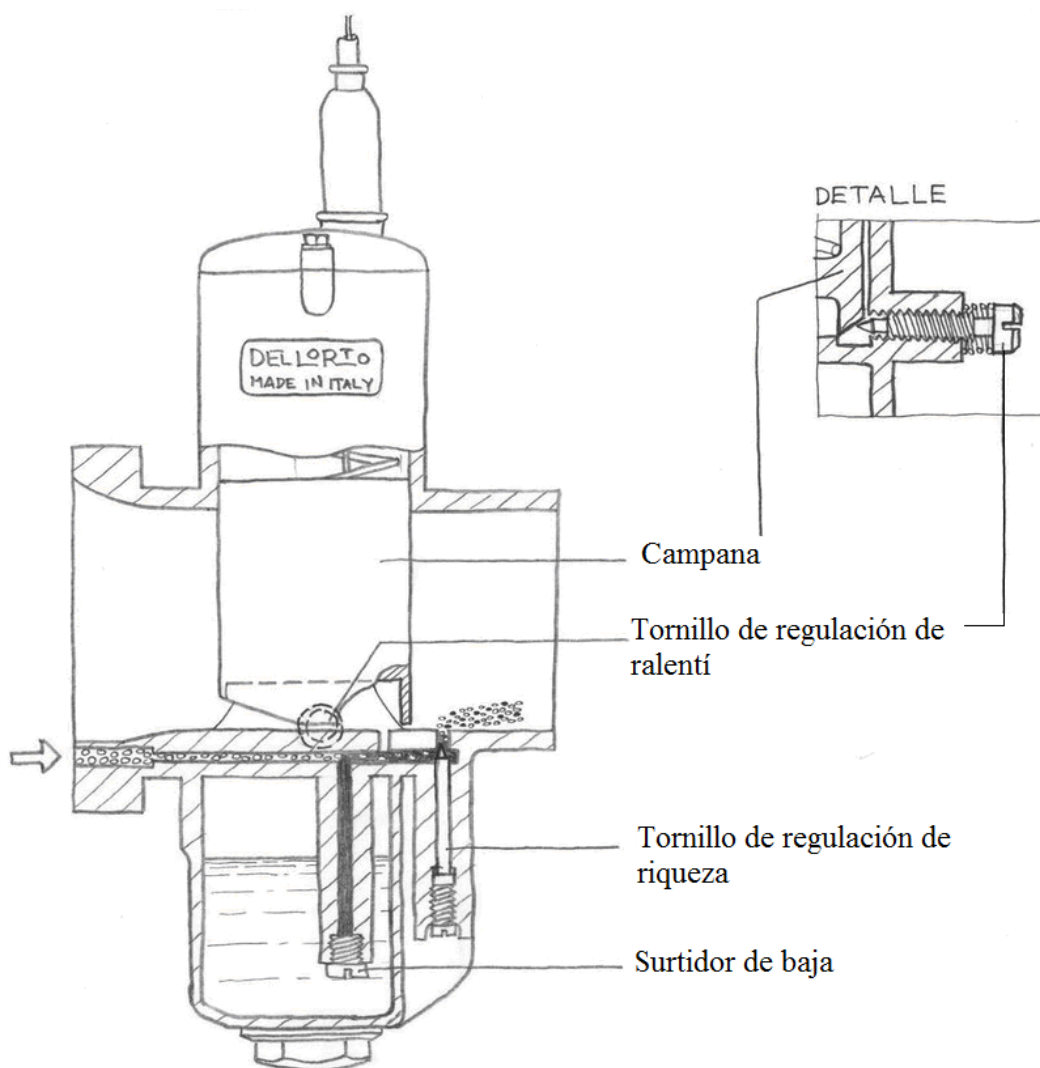


En cada prueba se irán variando estos parámetros para ver con qué combinación se consigue el mejor resultado.

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”. Todo ello se explica a continuación:

- CIRCUITO 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.



### *Circuito de baja*

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.



### *Surtidor de baja*

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.

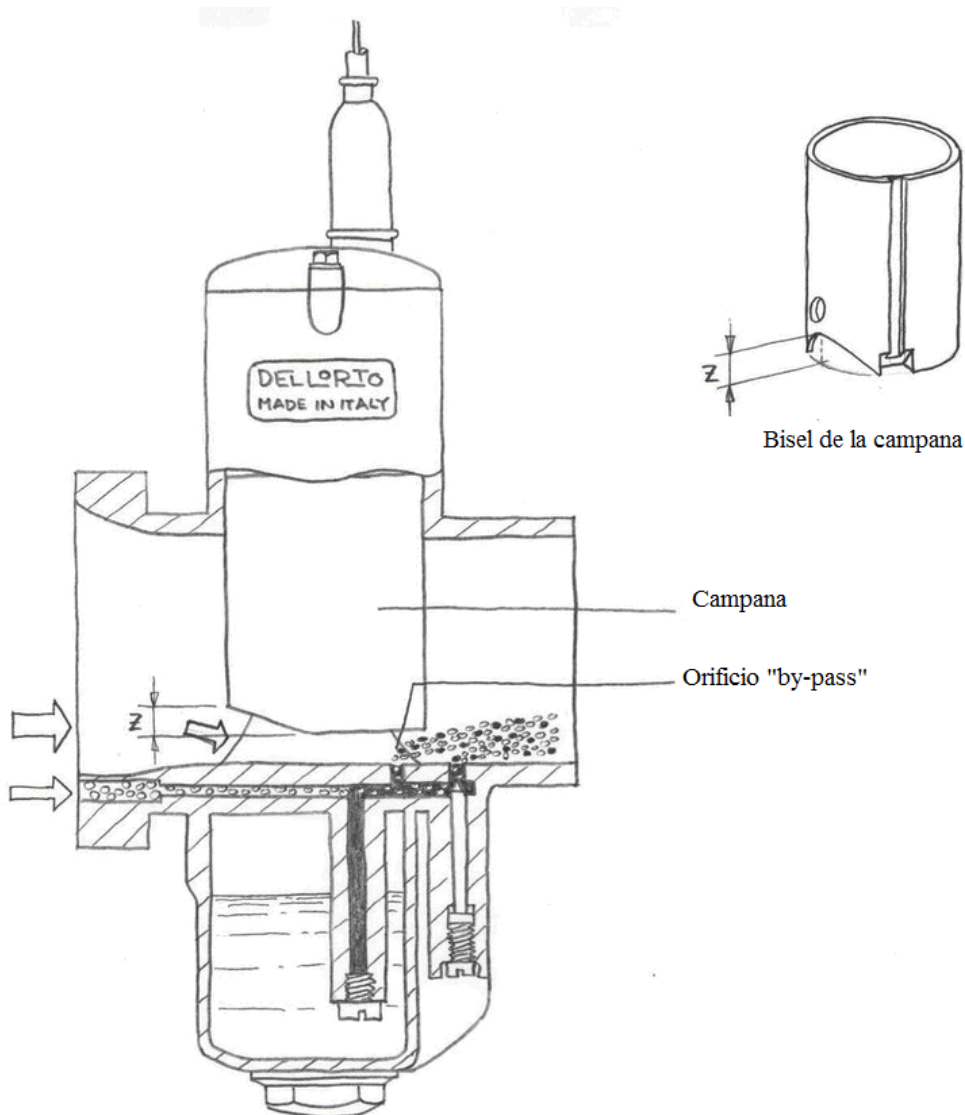


*Tornillo de ralentí*

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.

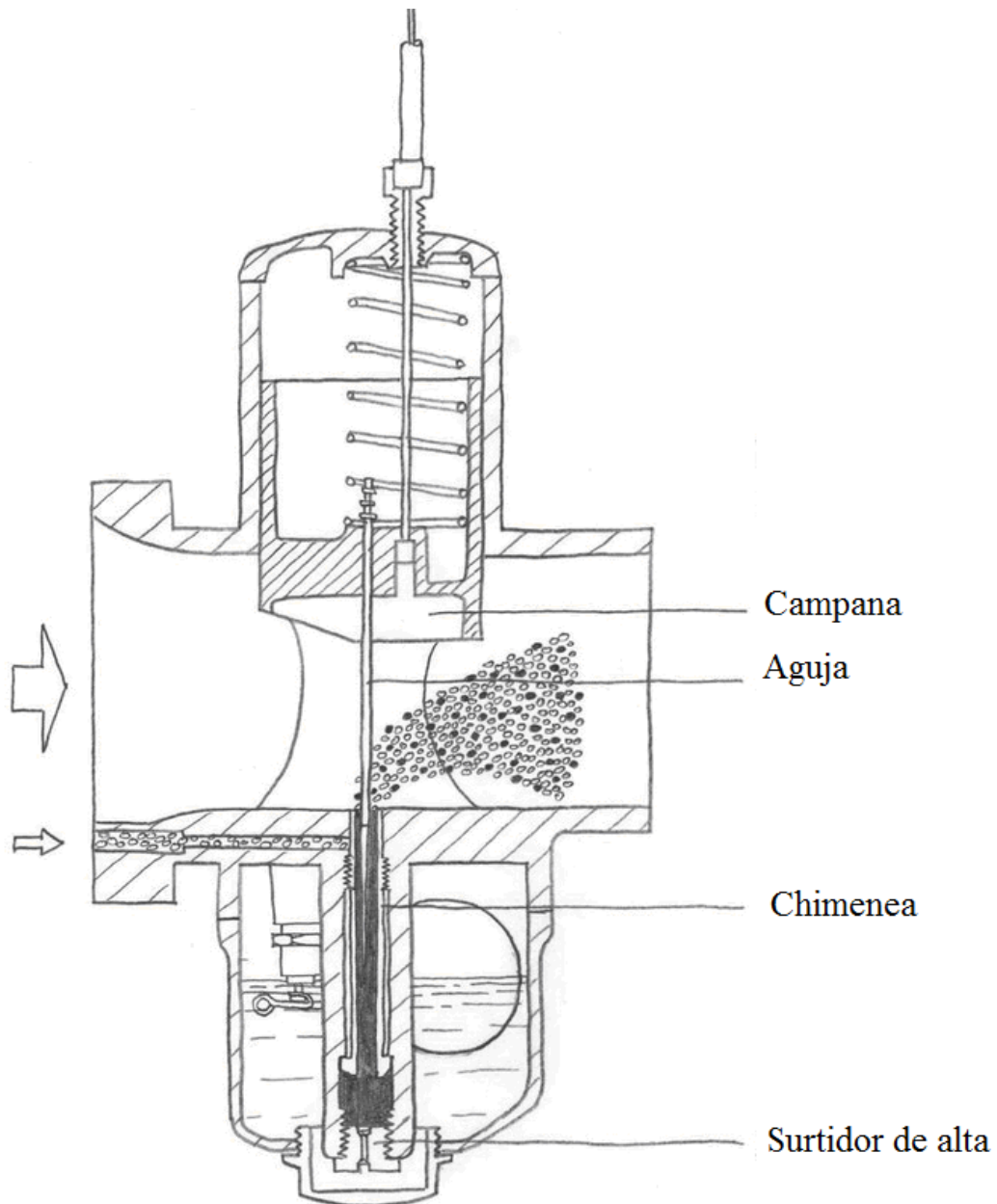


En realidad, este agujero no funciona siempre de la misma forma pues, en los regímenes más bajos lo que hace es aspirar aire desde el conducto principal del carburador al circuito de baja para, a medida que las depresiones en ambos conductos van cambiando, invertir su sentido de funcionamiento e incorporar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

- **CIRCUITO DE ALTA:**

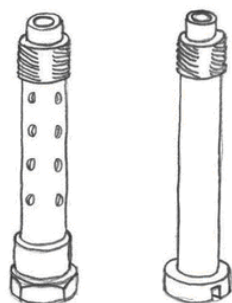
Llegado el momento en que el orificio del circuito de baja ya está suministrando combustible a su máximo caudal, si se sigue girando el acelerador y la campana sigue subiendo, la depresión creada por el flujo de aire de admisión ya es suficiente para que la gasolina ascienda por la chimenea y se incorpore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

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

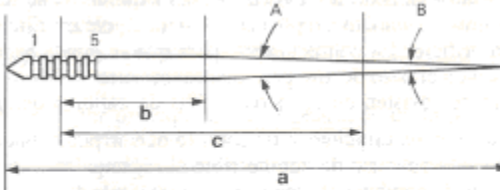


### *Circuito de alta*

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:

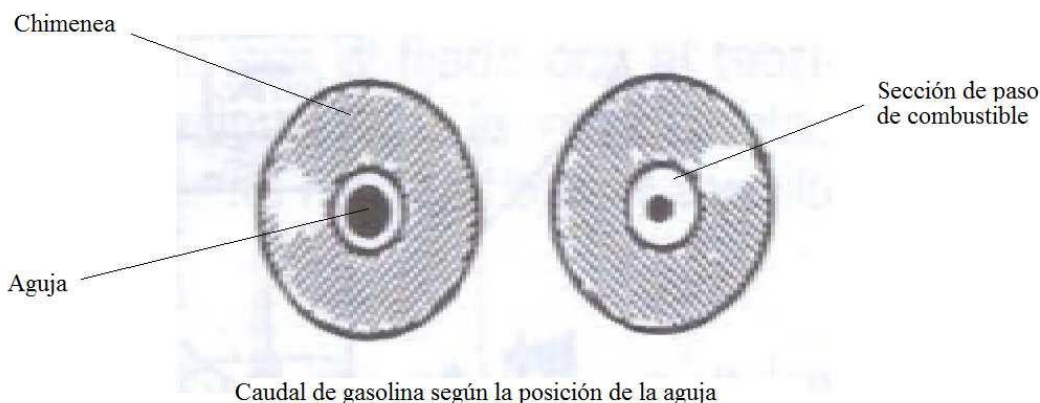


Chimeneas



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.



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 en 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 carburador.



Campana cilíndrica



Campana plana



### 6.3.2 Tubo de escape

El tubo de escape tiene un papel importantísimo en el rendimiento del motor. Para la realización de las pruebas sólo tendrá una variable, que es la longitud de la boquilla, pudiendo ser corta o larga.



Con la modificación de la longitud de la boquilla lo que se consigue es que las ondas generadas en el cono y el contracono lleguen a la lumbrera de escape antes o después.

### 6.3.3 Gasolina

El tipo de carburante que utiliza el motor es gasolina de 98 octanos, mezclada al 2% con aceite de premezcla.

## 6.4 Resultados

Montamos la moto en el banco de pruebas. No hace falta hacer ningún tipo de conexión, simplemente, encajar la rueda delantera en el cabezal correspondiente, el cual es accionado por aire y tiene ajuste automático. La rueda trasera tiene que permanecer sobre los rodillos traseros, para que puedan transmitir a la rueda el movimiento de rotación.

Una vez valorados los aspectos previos y teniendo en cuenta las diferentes combinaciones que se pueden utilizar, ya se puede montar la moto en el banco de pruebas, para la puesta a punto.

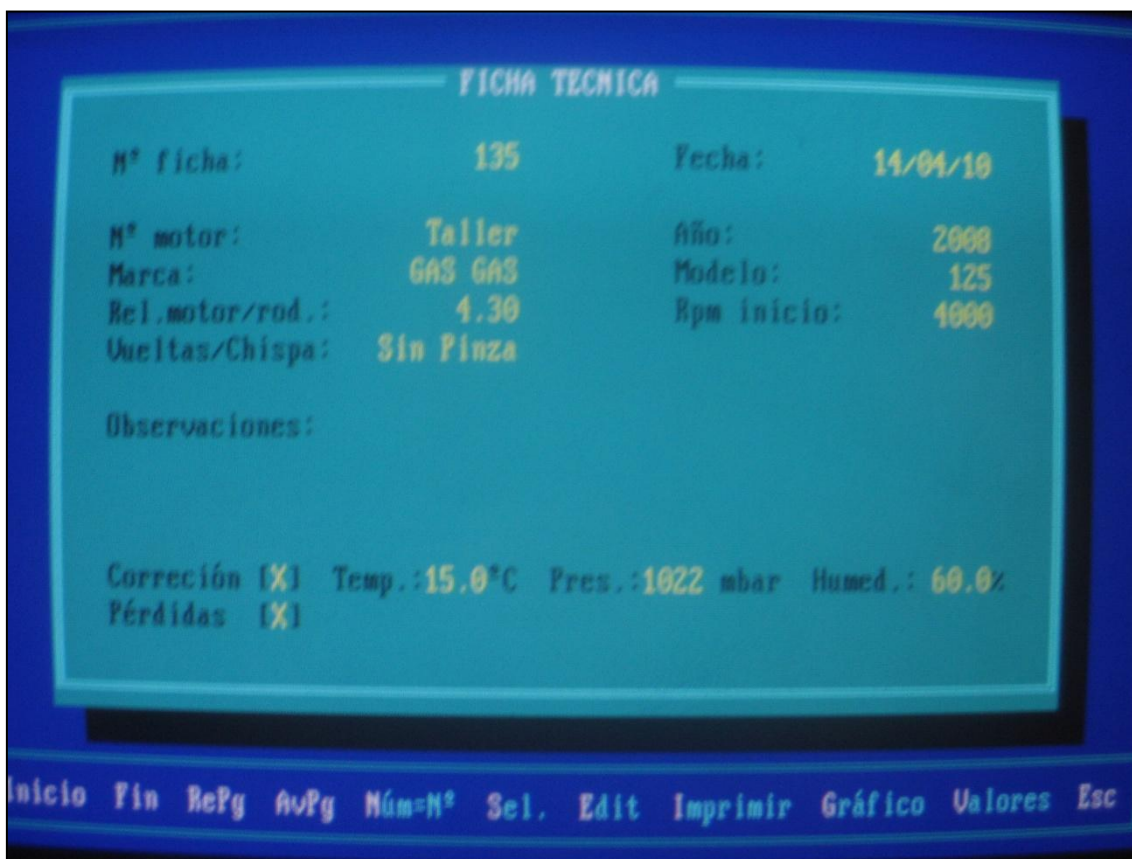
Para realizar la puesta a punto, no hace falta hacer ningún tipo de conexión, simplemente, encaja la rueda delantera en el cabezal correspondiente, el cual es accionado por aire comprimido y se ajusta automáticamente a la rueda delantera, quedando totalmente sujeta. La rueda trasera tiene que permanecer sobre los rodillos traseros, para que puedan transmitir a la rueda el movimiento de rotación, con el que el motor se pone en marcha.

### 6.4.1 Introducción

Como se ha explicado en el apartado anterior para la realización de todas las pruebas se va a utilizar Motolab.

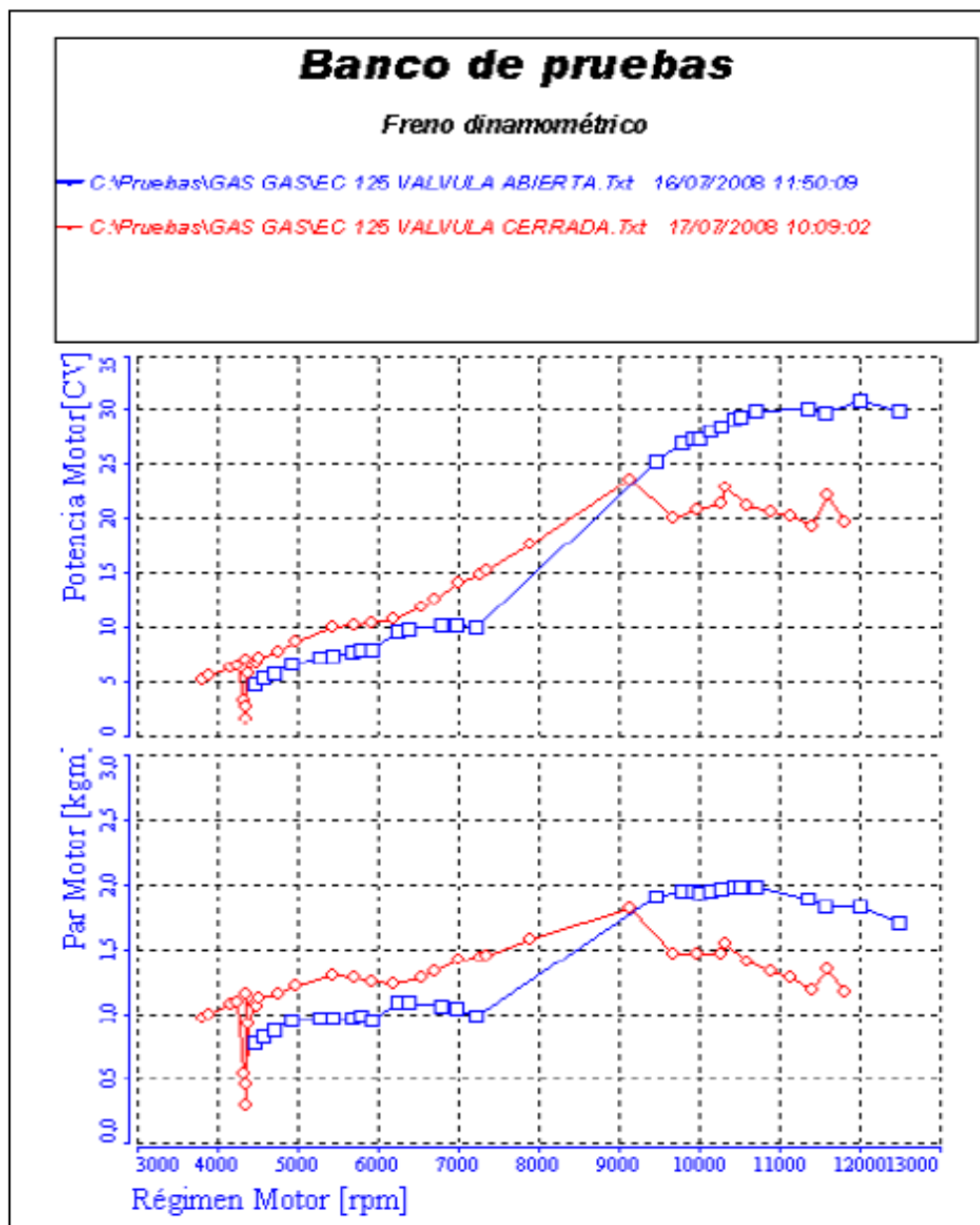
Para comenzar con la pruebas, antes de poner el motor en marcha se tienen que introducir unos parámetros en el programa. Los más importantes son temperatura,

humedad y presión, ya que influyen en los datos que se van a obtener, siendo el resto fecha, nombre, número de ficha... como se aprecia en la imagen.



*Pantalla de Motolab*

Antes de comenzar las pruebas hay que tener claro que es lo que se desea conseguir. En este caso se dispone de unos datos del motor, proporcionados por el fabricante. Dentro de esta información aparecen unas gráficas de par y potencia, las cuales marcarán nuestro objetivo a conseguir, que son las que se muestran a continuación.



*Datos proporcionados por el fabricante*

Los datos que se tomarán como referencia serán los correspondientes a válvula abierta, es decir, color azul. Como se observa, el objetivo es 30 CV a 11000-12000 rpm.

Más información sobre los resultados del motor dados por el fabricante se encuentra en el Anexo VI.

## 6.4.2 Pruebas de iniciación

- **1ª PRUEBA:**

Esta primera prueba se realiza para calibrar el banco, es necesario saber el punto de partida de las revoluciones.

Se prueba con 4000 rpm como punto de inicio.

**Nº de prueba: 135**

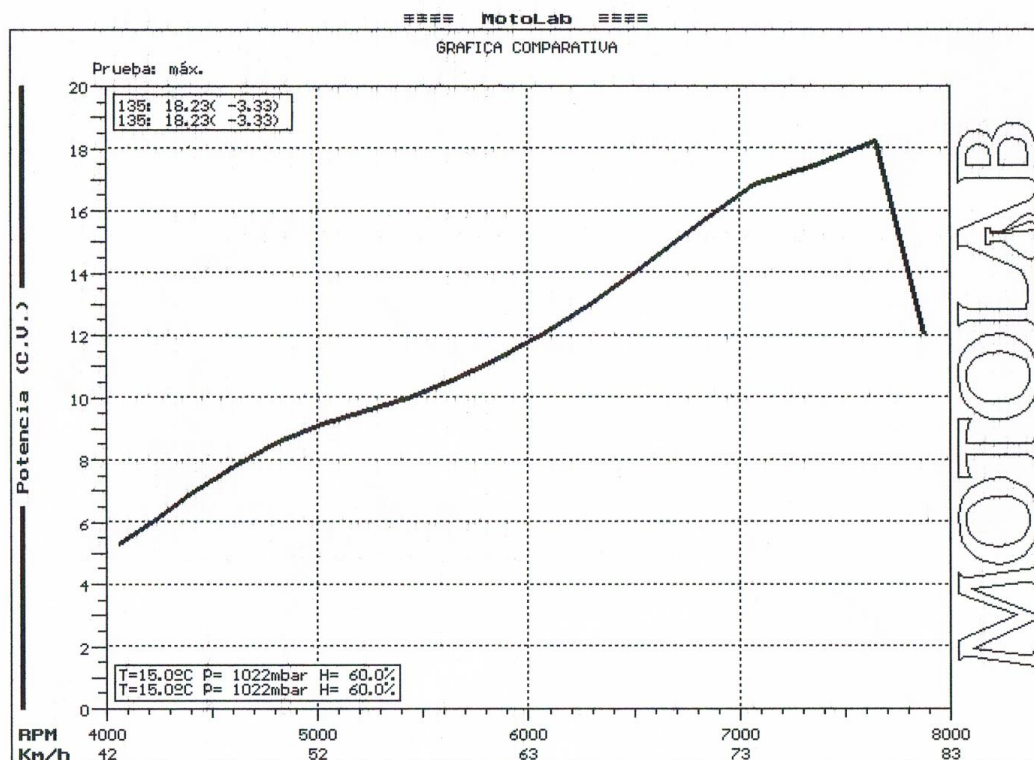
**Chiclé de alta: 180**

**Chiclé de baja: 40**

**Aguja: EG**

**Posición de la aguja: 4**

**Boquilla de escape: Media**



Lo primero que se observa es que a 8000 rpm la potencia cae muchísimo, cuando por lo menos debería llegar hasta 11000-12000 rpm. Por otro lado el valor de la potencia máxima es muy bajo, 18.23 CV

Respecto al valor de inicio, se puede subir un poco más, por lo menos a 4500 rpm., ya que se observa que se queda corto, el motor se ahoga, necesita mayor régimen de revoluciones.

- 2ª PRUEBA:

**Nº de prueba:** 136

**Chiclé de alta:** 180

**Chiclé de baja:** 40

**Aguja:** EG

**Posición de la aguja:** 4

**Boquilla de escape:** Media



En este caso, partimos de 4500 rpm, con lo mismos datos.

Se ve como el cambio ha mejorado bastante el aspecto de la curva, ya que va subiendo sin ahogarse hasta un punto máximo en el que empieza a descender, pero de manera diferente a la anterior, con más concavidad, sin ser un cambio brusco y con una punta en el punto máximo.

Podemos ver el valor máximo de la potencia a la izquierda de la gráfica y el del par a la derecha. Los valores siguen siendo demasiado bajos.

- **3ª PRUEBA:**

**Nº de prueba: 137**

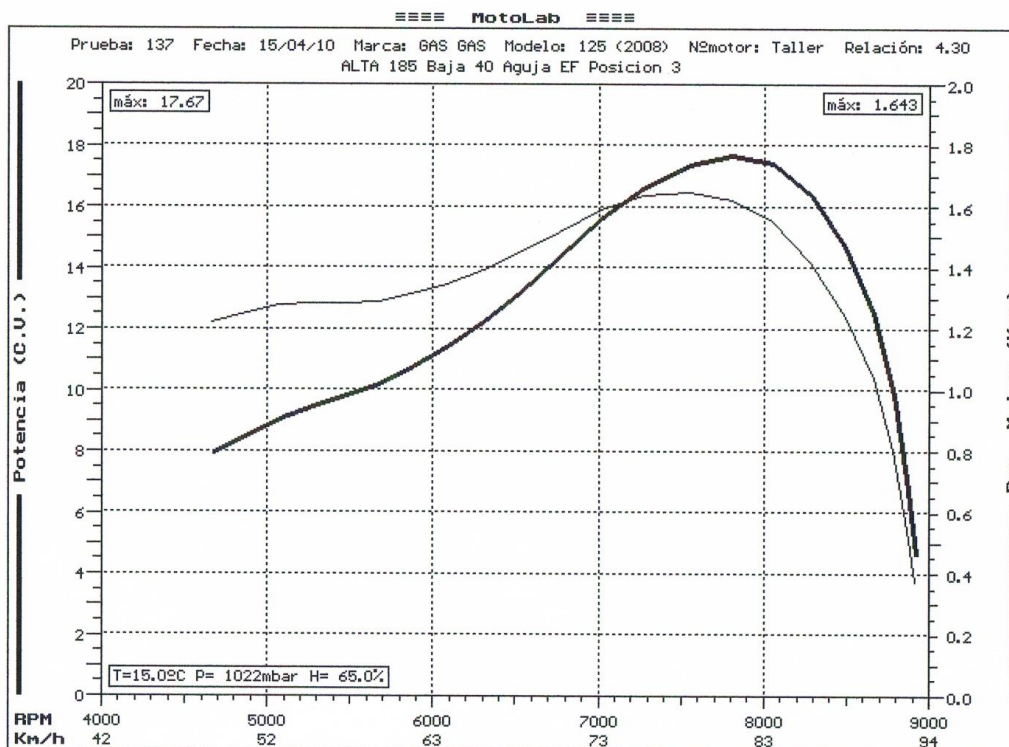
**Chiclé de alta: 185**

**Chiclé de baja: 40**

**Aguja: EF**

**Posición de la aguja: 3**

**Boquilla de escape: Media**



Se ha cambiado la aguja y su posición y el chiclé de alta, permitiendo mayor paso de gasolina, que parecía que se quedaba un poco corta.

Este cambio empeora el funcionamiento del motor. El valor máximo de la potencia y el par son menores que el anterior, y la caída es más brusca.

- **4ª PRUEBA:**

**Nº de prueba:** 138

**Chiclé de alta:** 175

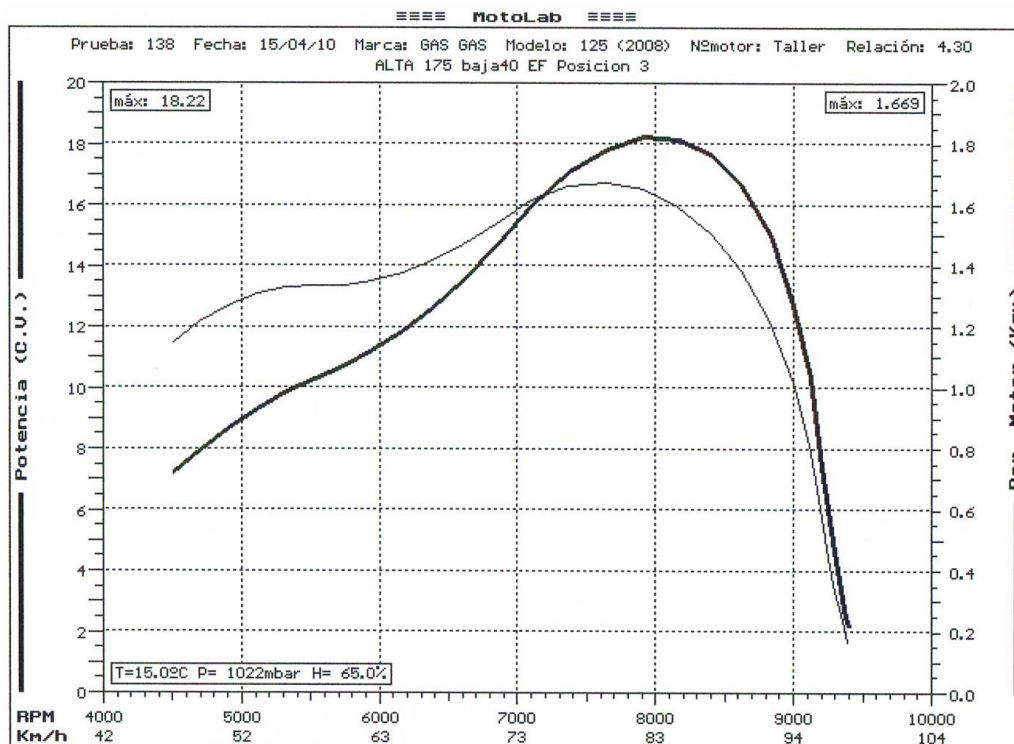
**Chiclé de baja:** 40

**Aguja:** EF

**Posición de la aguja:** 3

**Boquilla de escape:** Media

En este caso lo que se ha cambiado ha sido el chiclé de alta, bajándolo a 175, con lo que el paso de gasolina sería menor. De esta manera vemos que pasa con las diferentes opciones, con más o menos paso de gasolina.



El cambio provoca una pequeña mejora en la curva de potencia con respecto a la anterior, aumentando los valores máximos, pero de todas maneras sigue habiendo una bajada muy brusca a partir de las 8000 rpm, sin llegar a las 10000 rpm.

Vamos a ver el efecto de cambiar la aguja, con los mismos chiclés de alta y baja.

- **5ª PRUEBA:**

**Nº de prueba:** 139

**Chiclé de alta:** 175

**Chiclé de baja:** 40

**Aguja:** EG

**Posición de la aguja:** 3

**Boquilla de escape:** Media





- **6ª PRUEBA:**

**Nº de prueba:** 140

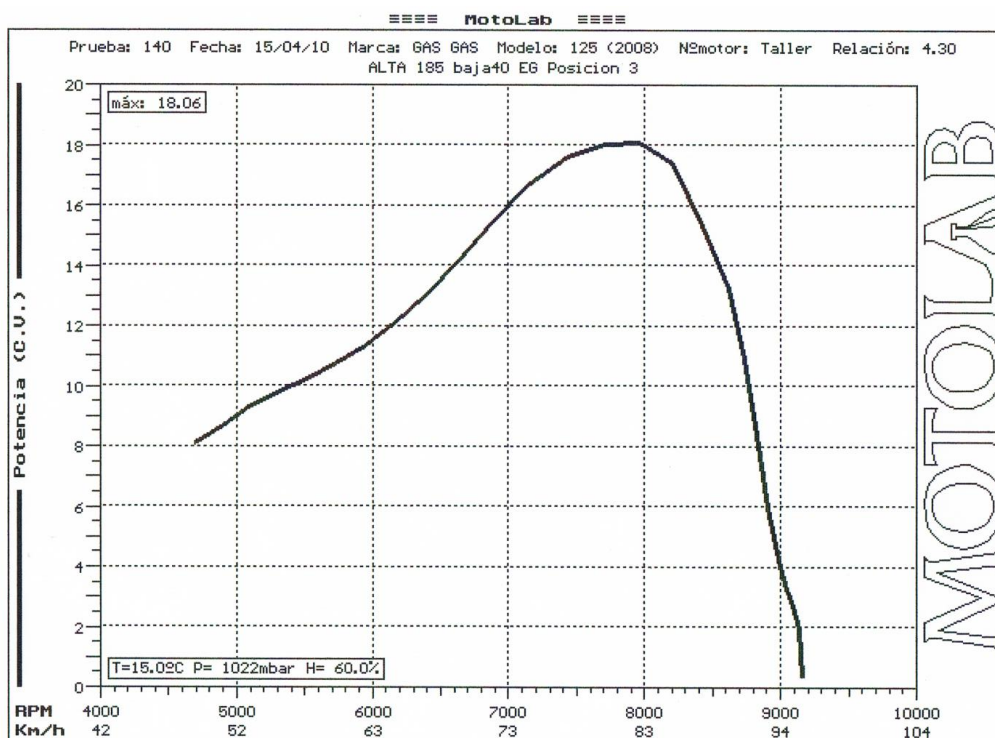
**Chiclé de alta:** 185

**Chiclé de baja:** 40

**Aguja:** EG

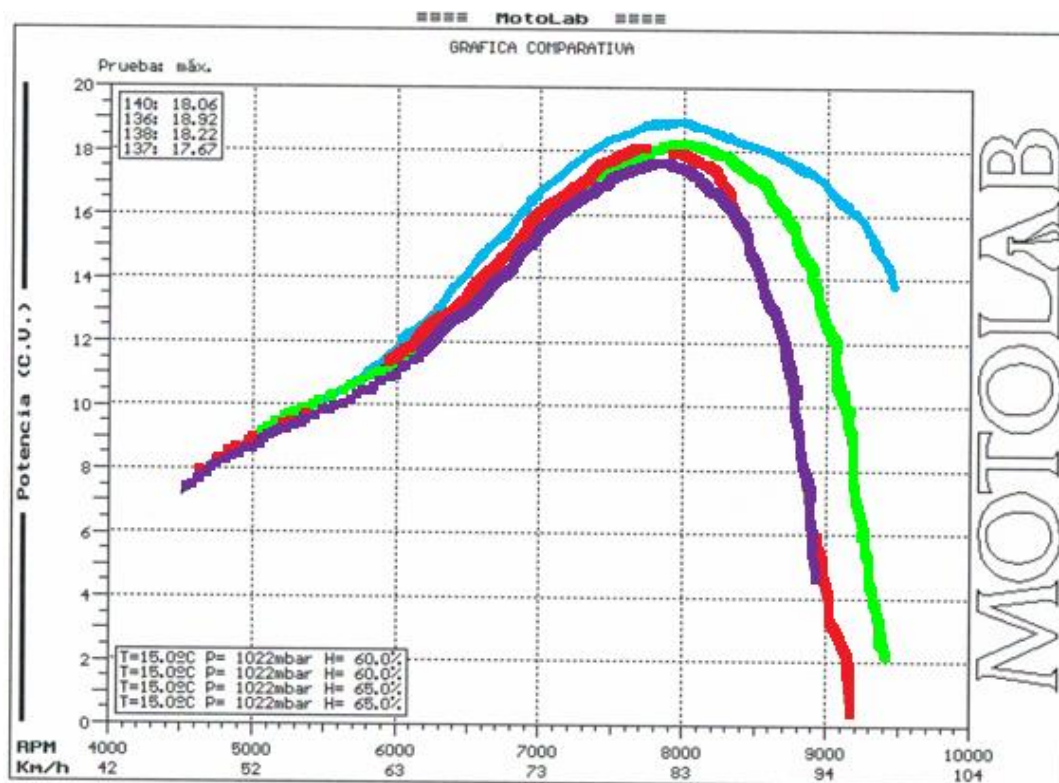
**Posición de la aguja:** 3

**Boquilla de escape:** Media



Vemos que las modificaciones no provocan unos cambios muy significativos. Varía un poco el valor máximo, pero seguimos dentro del mismo rango. Éste valor es muy bajo en comparación al dato que tenemos de referencia, lo que nos hace pensar que hay algo que no está bien.

De todas maneras, se puede hacer una comparación de lo que llevamos hasta el momento, para así poder hacernos una idea de lo que nos da mejor resultados, que quizá pueda servir en futuras pruebas.



- 136 ⇒ azul
- 137 ⇒ morado
- 138 ⇒ verde
- 140 ⇒ rosa

Como se puede observar, la prueba que mejor resultados da es la 136 – línea azul, con mayor régimen de potencia y la caída de la curva no tan brusca. Pero, como se ha comentado, hay algo que no funciona bien.

El motor debería alcanzar la mayor potencia a unas 9000-10000 rpm, y sin embargo, por ahora, para esos regímenes el motor pierde fuerza repentinamente, y se para, en palabras de taller, “se muere”.

Al ver el aspecto de las gráficas nos indica que quizá la válvula de escape esté cerrada, por lo que antes de seguir haciendo más pruebas hay que examinarla.

De todas maneras, en estos momentos es recomendable mirar el estado de la bujía.

La bujía puede tomar distintos tonos:



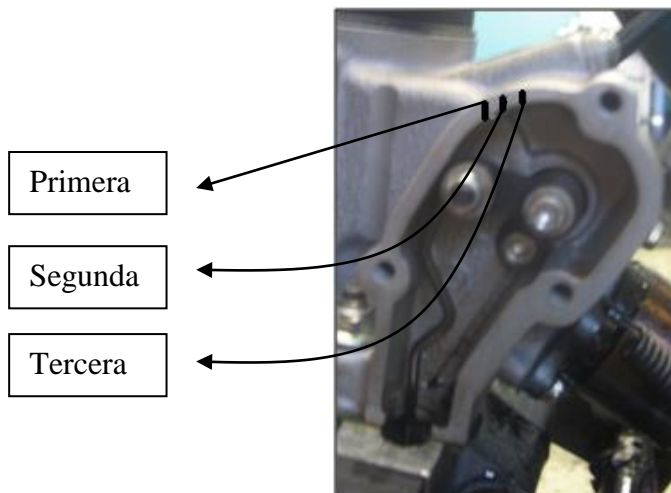
- Si la coloración es negra (B) y aterciopelada es que hay exceso de carburante y tendremos que disminuir el paso del chiclé de alta (también puede ser por culpa del tornillo de aire, pero al dejar éste con el reglaje que marca el fabricante nos quitamos la duda)
- Si la coloración es muy clara ©, casi blanca, es que hay falta de carburante y tendremos que aumentar el paso del chiclé principal.
- Si la coloración es color café con leche (A) es que la mezcla carburante-comburente es la perfecta por tanto se dejará como esté.

En estos momentos el color de la bujía es bueno, tiene un color amarillento oscuro, lo que parece indicar que vamos por buen camino. El chiclé de alta va a estar en torno a estos valores, pero mediante pruebas se tendrá que concretar cuál es el que mejor resulta.

### 6.4.3 Pruebas de experimentación

Efectivamente, tras revisar la válvula de escape, nos damos cuenta que estaba cerrada, lo que no permitía que el motor alcanzara mas revoluciones.

La imagen muestra la válvula de escape, en la que se pueden ver tres posiciones. La primera, empezando de abajo hacia arriba, es el punto al que llegaba anteriormente, la segunda es el punto al que llega después de haberla abierto y la tercera es la posición límite a la que podría llegar si la accionamos manualmente.



*Válvula de escape*

De esta manera, volvemos a repetir las pruebas, con las mismas combinaciones.

- **7ª PRUEBA:**

**Nº de prueba:** 141

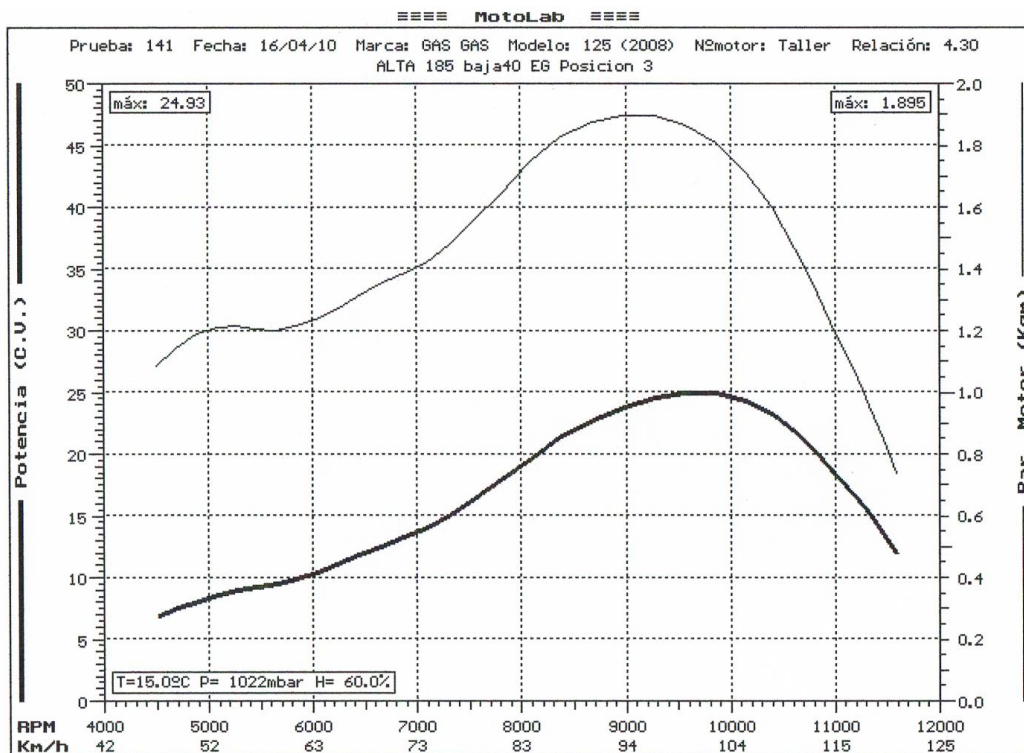
**Chiclé de alta:** 185

**Chiclé de baja:** 40

**Aguja:** EG

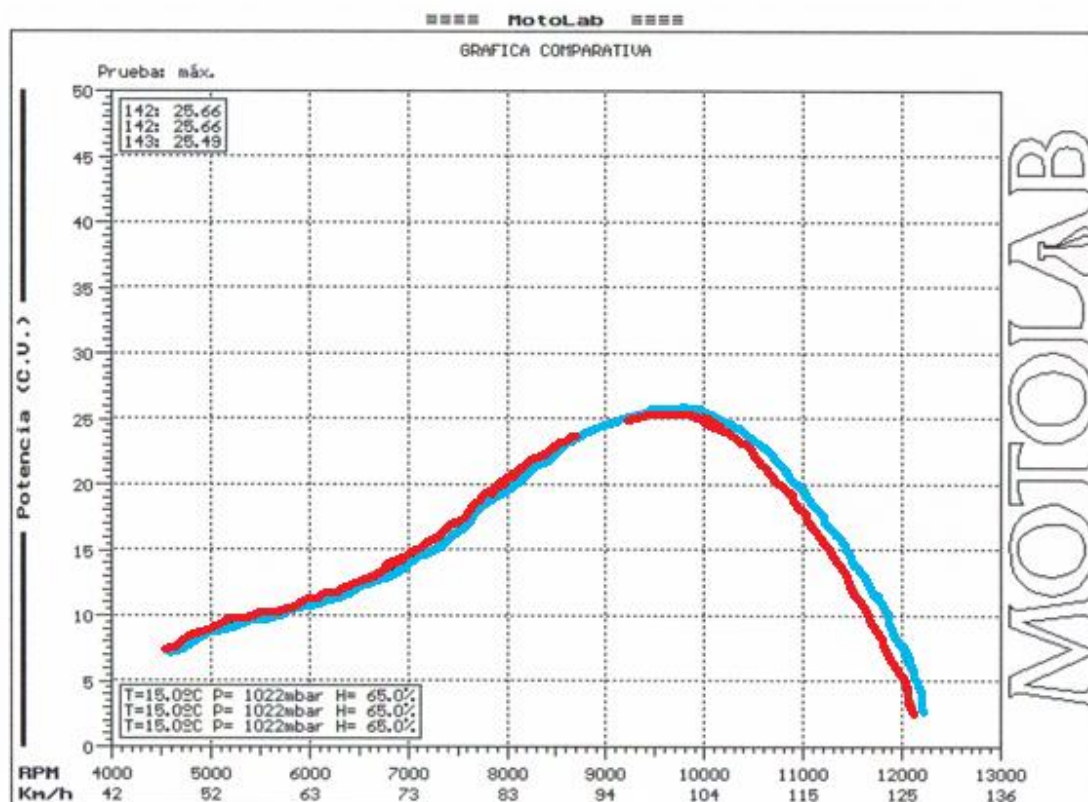
**Posición de la aguja:** 3

**Boquilla de escape:** Media



Vemos como hemos ganado en potencia, llegando al valor máximo de 24.93 CV, pero lo más importante, el motor ya se acerca a las 12000 rpm. Además se consigue que la curva sea un poco más plana en la parte alta, aspecto que es muy importante, ya que cuanto más tiempo se conserve la máxima potencia, mejor.

A continuación, se ha hecho una comparación entre lo que sucede realmente cuando la válvula de escape llega a su punto máximo de apertura por si sola y lo que pasaría si manualmente la manipulamos hasta llegar al máximo total. Es decir, el comportamiento de la válvula sin manipulación y con manipulación, llegando a la segunda y tercera posición marcada en la fotografía, respectivamente.



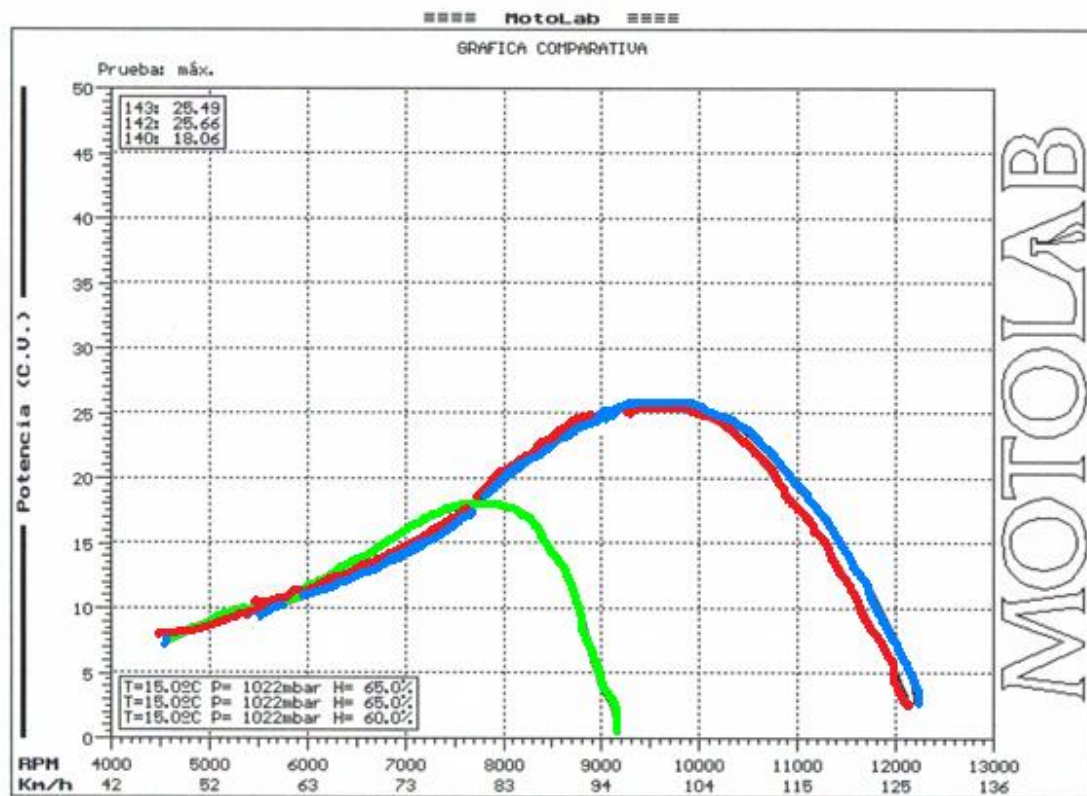
142 ⇒ azul

143 ⇒ rosa

La curva azul representa la prueba 142, la cual ha sido realizada sin manipulación manual. La curva rosa representa la prueba 143, realizada con ayuda de manipulación manual al final de la prueba. Es decir, cuando la válvula llega a su punto máximo, segunda posición, manualmente con ayuda de un destornillador, introducido en el orificio de la válvula, se hace que la válvula llegue a la posición tope, tercera posición.

Puede verse como la diferencia es mínima, pero resulta mejor sin manipulación manual, lo que es una buena noticia, ya que la manipulación manual de la válvula es algo que no se puede hacer una vez que la moto esté en pista; sólo se puede hacer en ensayos en banco, mientras que la moto está parada.

En la siguiente gráfica se ve la gran mejora obtenida al haber examinado el estado de la válvula de escape.



140 ⇒ verde

142 ⇒ azul

143 ⇒ rosa

La curva verde se corresponde con la prueba 140, realizada antes de examinar la válvula, mientras que la azul y rosa corresponden a las 142 y 143, respectivamente. Puede verse claramente la mejora, tanto en aumento en revoluciones a las que llega el motor, así como en el valor máximo de la misma.

Una vez comprobada la mejora, se procede a realizar las combinaciones necesarias para conseguir los mejores resultados.

- 8ª PRUEBA:

Nº de prueba: 144

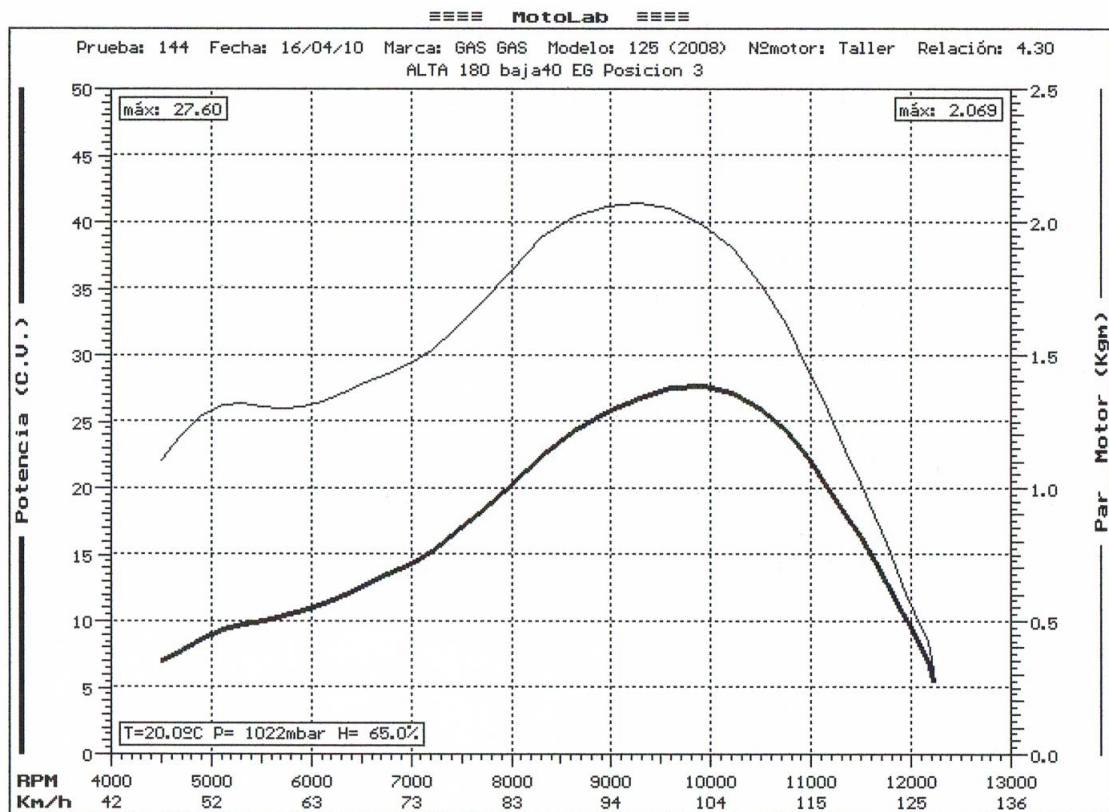
Chiclé de alta: 180

Chiclé de baja: 40

Aguja: EG

Posición de la aguja: 3

Boquilla de escape: Media





- 9ª PRUEBA:

**Nº de prueba:** 145

**Chiclé de alta:** 175

**Chiclé de baja:** 40

**Aguja:** EG

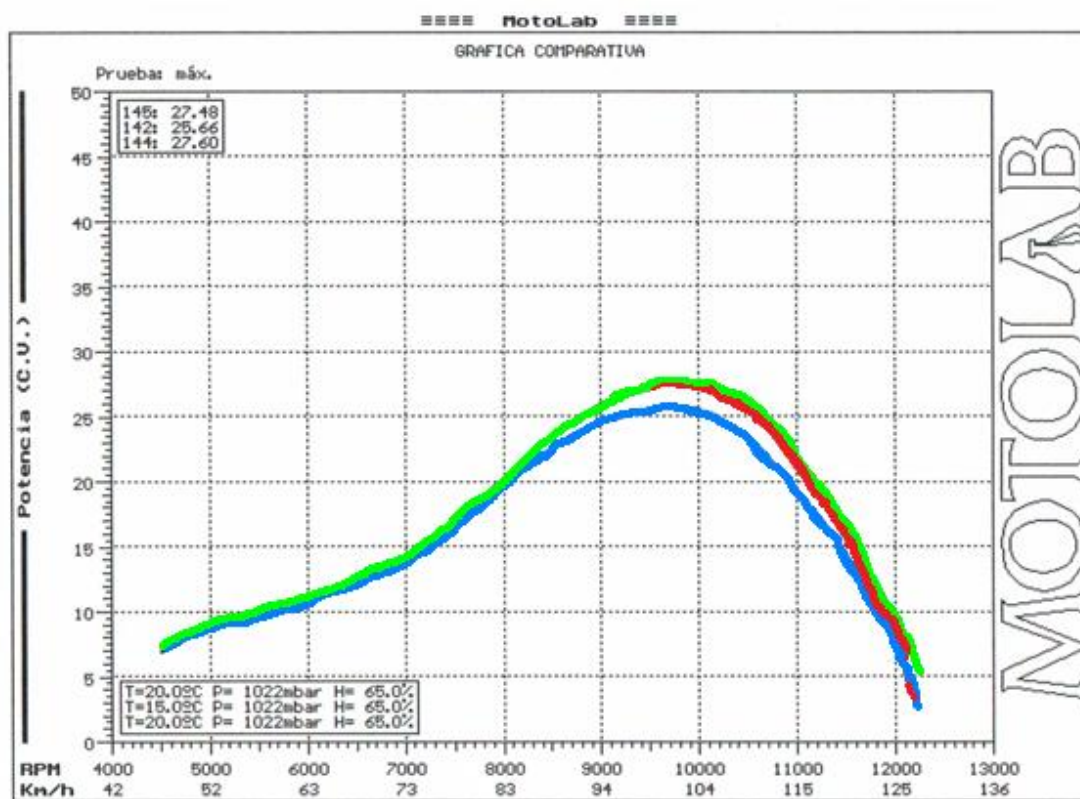
**Posición de la aguja:** 3

**Boquilla de escape:** Media



Observando las gráficas se comprueba que el mejor resultado de todos lo encontramos en la prueba 144, con la mayor potencia y par máximo. El valor que tenemos de referencia son 30 CV y por el momento llegamos a los 27.60 CV. Este resultado es muy bueno, pero sería bueno intentar conseguir que la curva fuera más plana en el momento de máxima potencia, es decir, tener máxima potencia durante más tiempo.

Vemos una comparación entre todas las conseguidas hasta el momento:



142 ⇒ azul

144 ⇒ verde

145 ⇒ rosa

Como conclusión de las diferentes pruebas podemos señalar que la prueba 144, en comparación con el resto, es la mejor hasta el momento, y la que más se acerca al objetivo buscado.

### 6.4.3.1 Boquilla de escape:

Una vez que se ha conseguido alcanzar las 12000-12500 rpm, lo que se pretende ahora es conseguir más potencia máxima y además que se conserve durante más tiempo.

Para ello lo que se hace ahora es variar la boquilla de escape. Todas las pruebas realizadas hasta ahora han sido con una boquilla media, pero quizá poniendo una boquilla más corta, podemos obtener mejores resultados.

- **10ª PRUEBA:**

**Nº de prueba:** 146

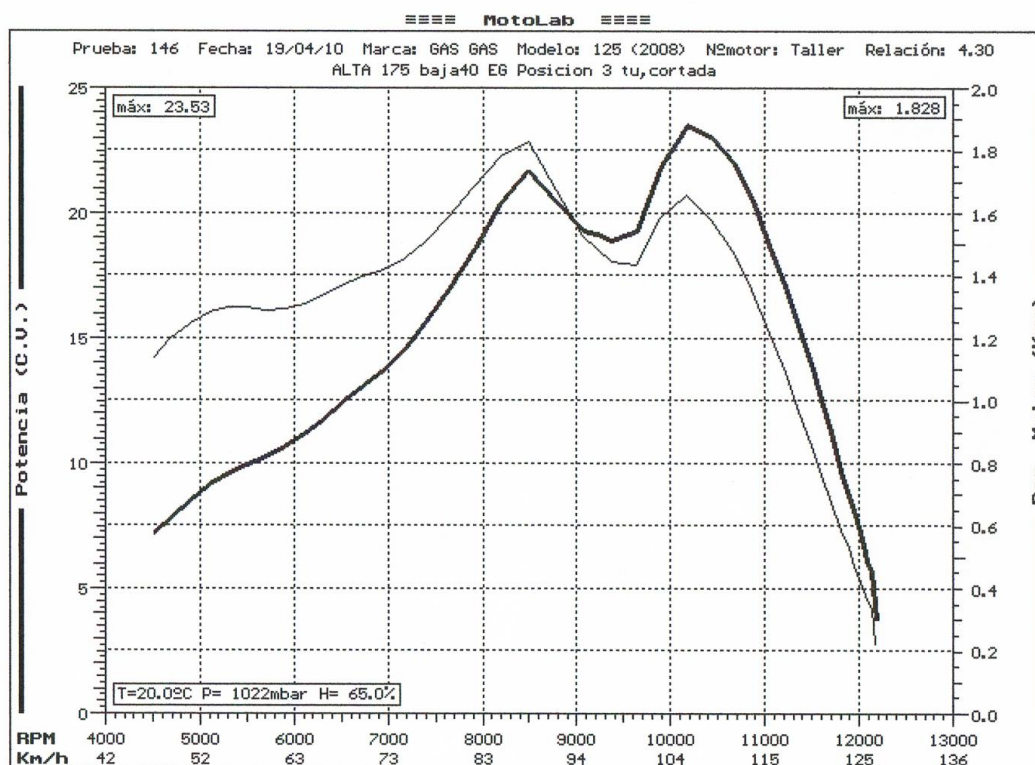
**Chiclé de alta:** 175

**Chiclé de baja:** 40

**Aguja:** EG

**Posición de la aguja:** 3

**Boquilla de escape:** Recortada 1,5 cm.



Aunque parecía que al ensayar con una boquilla más corta los resultados iban a ser mejores, se puede ver cómo pasa todo lo contrario. El resultado no es nada bueno, en el momento en el que se supone que debería mejorar, el motor no responde bien, al haber cambiado la boquilla, los gases no se expulsan correctamente por el tubo de escape, teniendo la respuesta del motor que se observa.

En este caso lo que da mejores resultados es la boquilla de mayor longitud. Esto quiere decir que para el régimen de revoluciones a las que se ha optimizado el funcionamiento del motor es necesaria una mayor longitud del escape para ajustar el momento en el que las ondas llegan a la lumbrera de escape, es decir, es necesario "retardar la llegada de las ondas", que las ondas tarden mas en llegar a la lumbrera de escape para que lo hagan en el momento idóneo.

Con esto se concluye que se debe volver a la boquilla de escape anterior.

### 6.4.3.2 Posición de aguja

La siguiente prueba consiste en ver la variación del cambio de la posición de la aguja. Se hacen dos pruebas, con los mismos chiclés y tipo de aguja, pero distinta posición.

- 11ª PRUEBA:

**Nº de prueba:** 148

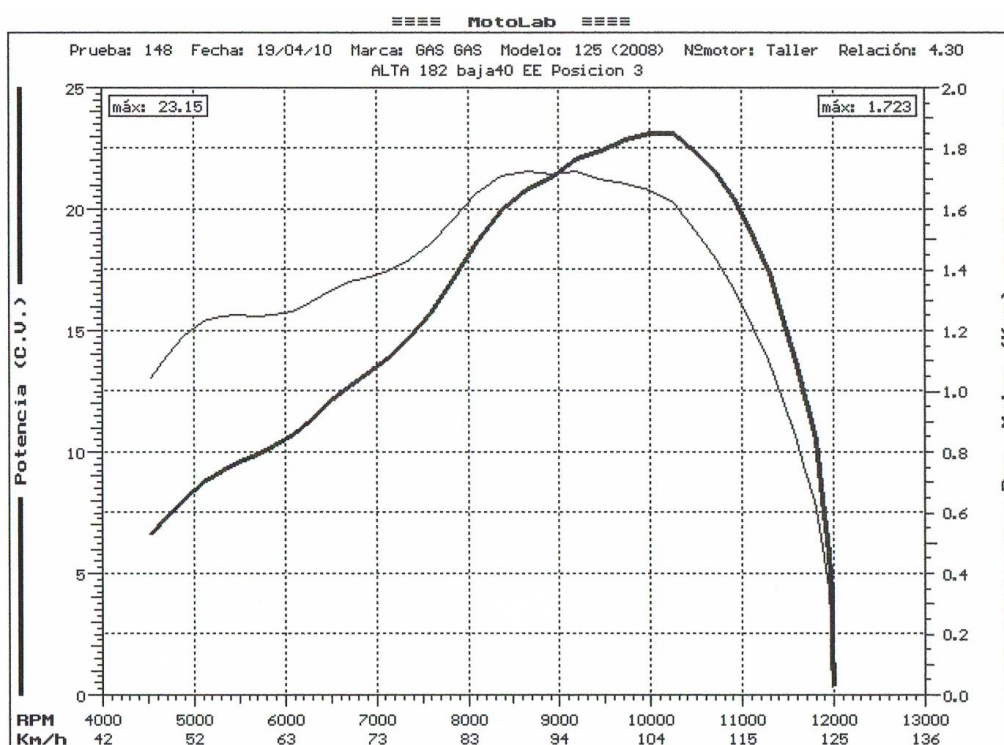
**Chiclé de alta:** 182

**Chiclé de baja:** 40

**Aguja:** EE

**Posición de la aguja:** 3

**Boquilla de escape:** Media



• 12ª PRUEBA:

Nº de prueba: 149

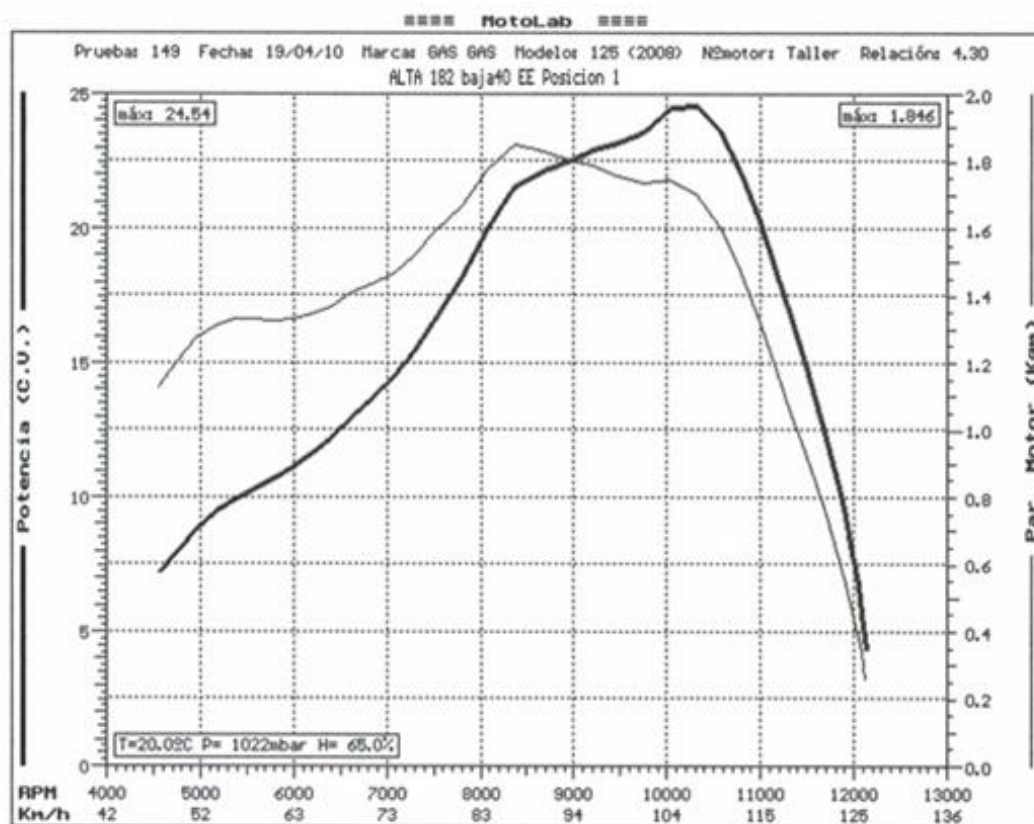
Chiclé de alta: 182

Chiclé de baja: 40

Aguja: EE

Posición de la aguja: 1

Boquilla de escape: Media



Gracias a esta gráfica podemos determinar que la posición de la aguja es la 3. Se puede ver cómo la posición de la aguja influye notablemente, aunque en realidad la diferencia física no es tan grande, simplemente se aumenta o disminuye en unas pocas milésimas el paso al chiclé.

En este punto, hay varios factores que ya están claros:

- La Boquilla de escape ha quedado claro que tiene que ser la de valor medio.
- La aguja debe estar en posición 3.
- El chiclé de baja de numeración 40.

El chiclé de baja no se ha tocado en ningún momento, dado que éste suele venir bien regulado de fábrica y no varía a penas según la condiciones de uso.

Todavía no se ha encontrado el valor exacto del chicle de alta y el tipo de aguja, por lo que continúan las pruebas.

- **13ª PRUEBA:**

**Nº de prueba:** 152

**Chicle de alta:** 190

**Chicle de baja:** 40

**Aguja:** EF

**Posición de la aguja:** 3

**Boquilla de escape:** Media



En este caso se ha aumentado el número del chicle de alta hasta 190. El resultado no es malo, ya que se ve como la potencia sube de manera correcta hasta llegar al máximo, que no es un mal valor, y la bajada no es tan brusca como en otras ocasiones. Sin embargo no llega a un buen valor de revoluciones máximas, lo que no compensa la pérdida de potencia.

- **14ª PRUEBA:**

**Nº de prueba:** 154

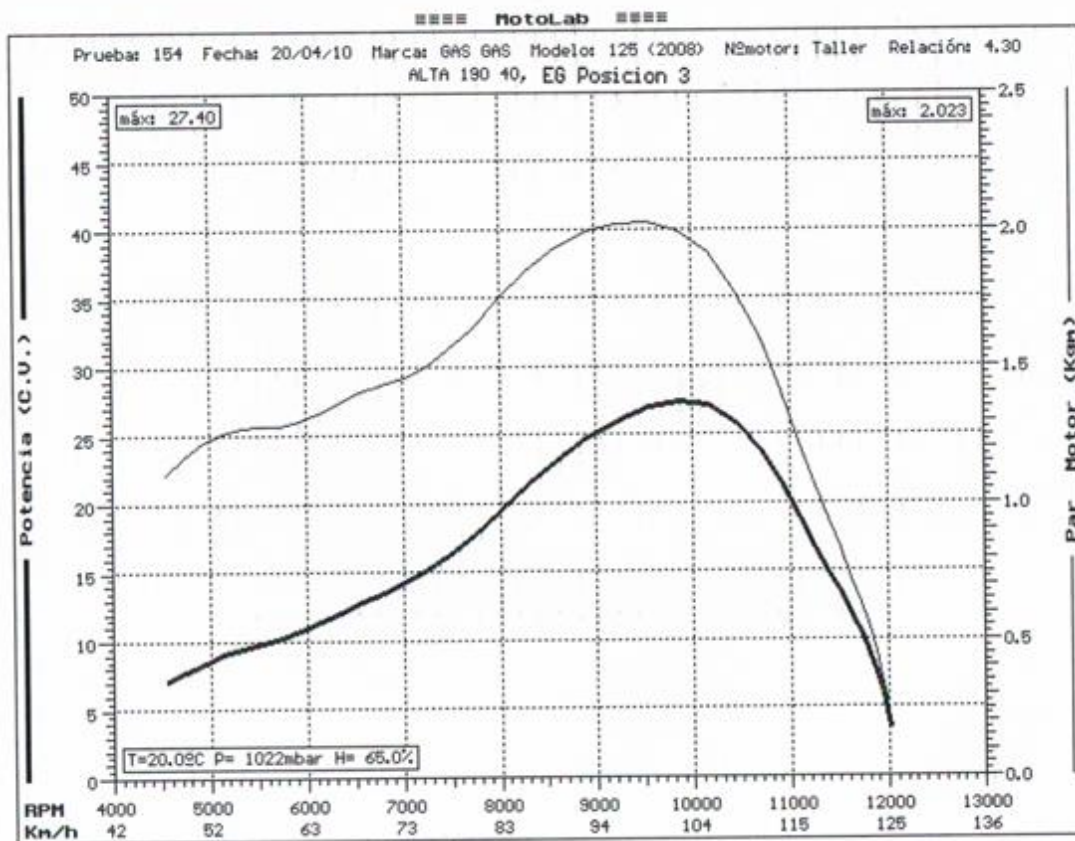
**Chicle de alta:** 190

**Chicle de baja:** 40

**Aguja:** EG

**Posición de la aguja:** 3

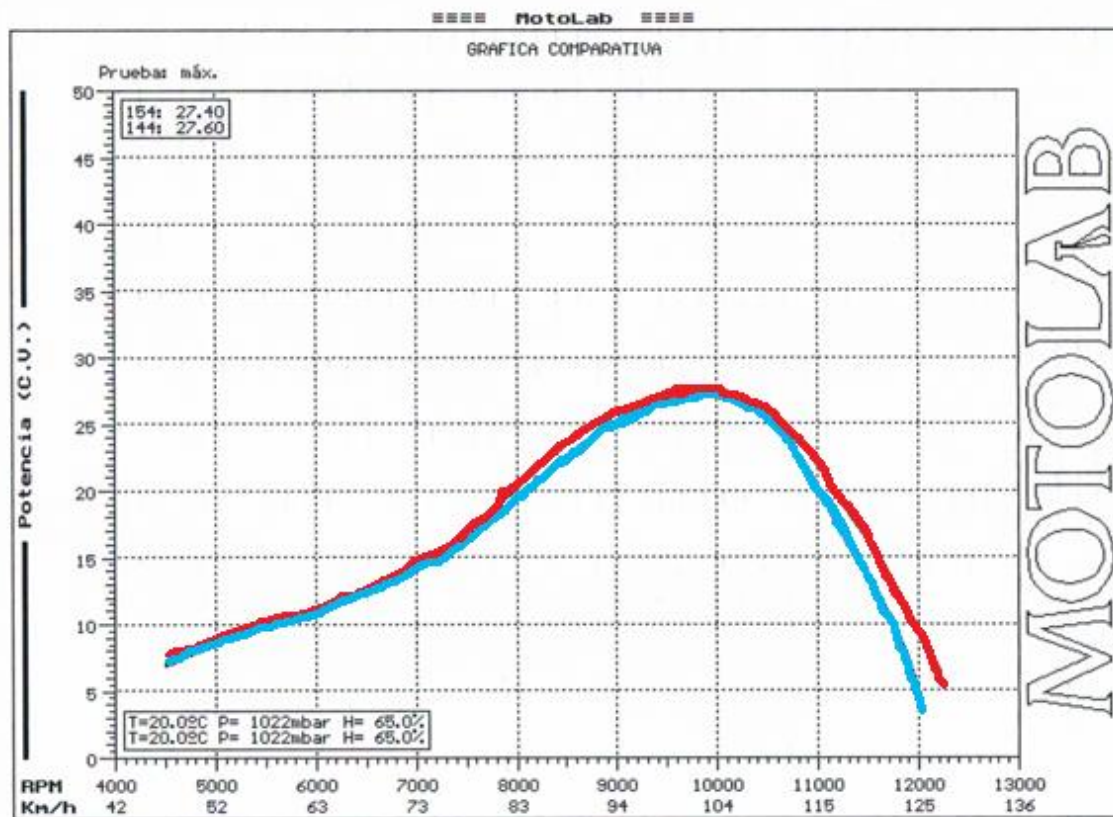
**Boquilla de escape:** Media



De todas las pruebas realizadas, la que mejores resultados ha proporcionado ha sido la 144, y en segundo lugar la 152. Por esta razón se ha hecho esta prueba, fusionando las dos, con el chicle de alta (190) de la 152 y el tipo de aguja (EG, posición 3) de la 144. El resultado no es nada malo, conseguimos un muy buen valor de potencia, pero sigue sin mantenerse durante más tiempo, y la bajada es brusca, pero aceptable.



Para tener una visión más realista entre las dos mejores gráficas que se tienen por el momento se lleva a cabo otra comparativa.



144 ⇒ rosa

154 ⇒ azul

Se ve que la forma de la curva es prácticamente la misma, van paralelas en todo momento menos en la bajada, siendo mejor la curva rosa. Además el valor de la potencia es superior.

Por lo que se puede observar, por mucho que variemos los chicle de alta y el tipo de aguja, parece que el valor máximo no aumenta y no se consigue que la curva sea más plana en la parte superior.

### 6.4.3.3 Avance al encendido

Hay un aspecto que todavía no se ha tocado. Este es el avance al encendido.

Los motores de gasolina, o de ciclo Otto, encienden la mezcla de gasolina y aire a través de la chispa que lanza la bujía. En teoría, el momento ideal para lanzar la chispa es cuando el pistón está arriba del todo, con la mezcla completamente comprimida para lanzarlo con la mayor fuerza posible hacia abajo. Ese punto donde el pistón está lo más arriba posible es el PMS (punto muerto superior).

El problema surge cuando tomamos en cuenta ciertas consideraciones que nos da la física. Como es bastante comprensible, el proceso en el que explota la mezcla lleva un determinado tiempo, y por tanto, si salta la chispa en el PMS, la explosión empujará el pistón hacia abajo cuando este esté ya bajando, lo cual no es muy útil, y por tanto se desperdicia parte de la fuerza de la explosión.

Por ello se inventa el avance de encendido, es decir, hacer saltar la chispa antes de que el pistón llegue al PMS. Pero...tampoco nos podemos pasar, porque si lo hacemos demasiado pronto, la explosión empujará el pistón antes de alcanzar el PMS y por tanto intentará que el motor gire en dirección contraria a la habitual.

Para poder variar el encendido lo que se hace es quitar la tapa de la culata de modo que queda al descubierto el estator del alternador, con la pastilla del mapa de encendido. De esta manera podemos hacer girar la pastilla un cierto número de grados en el sentido de las agujas del reloj para adelantar o en el contrario para retrasar el encendido.

En la fotografía se pueden ver dos marcas negras, una de ellas está fija y la otra se desplaza. Cuando las dos coinciden, el encendido está sin modificar. Pero para adelantar o retrasar el encendido, se desplaza la marca móvil, girándolo con la mano directamente.



*Avance al encendido*

Lo que se va a realiza a continuación, son una serie de pruebas, atrasando y adelantando el encendido. Los demás datos, seguimos conservando los de la última prueba.

- **15ª PRUEBA:**

**Nº de prueba:** 155

**Chiclé de alta:** 190

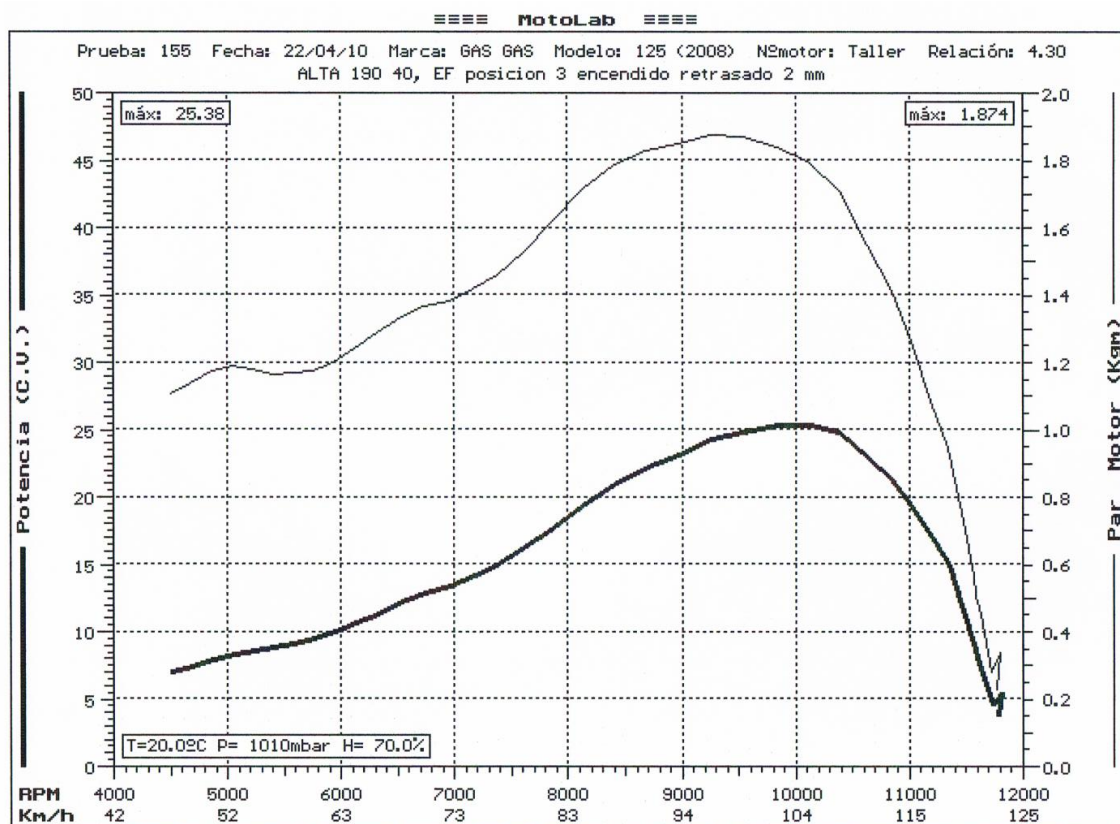
**Chiclé de baja:** 40

**Aguja:** EG

**Posición de la aguja:** 3

**Boquilla de escape:** Media

**Encendido:** retrasado 2 mm.



- **16ª PRUEBA:**

**Nº de prueba:** 156

**Chiclé de alta:** 190

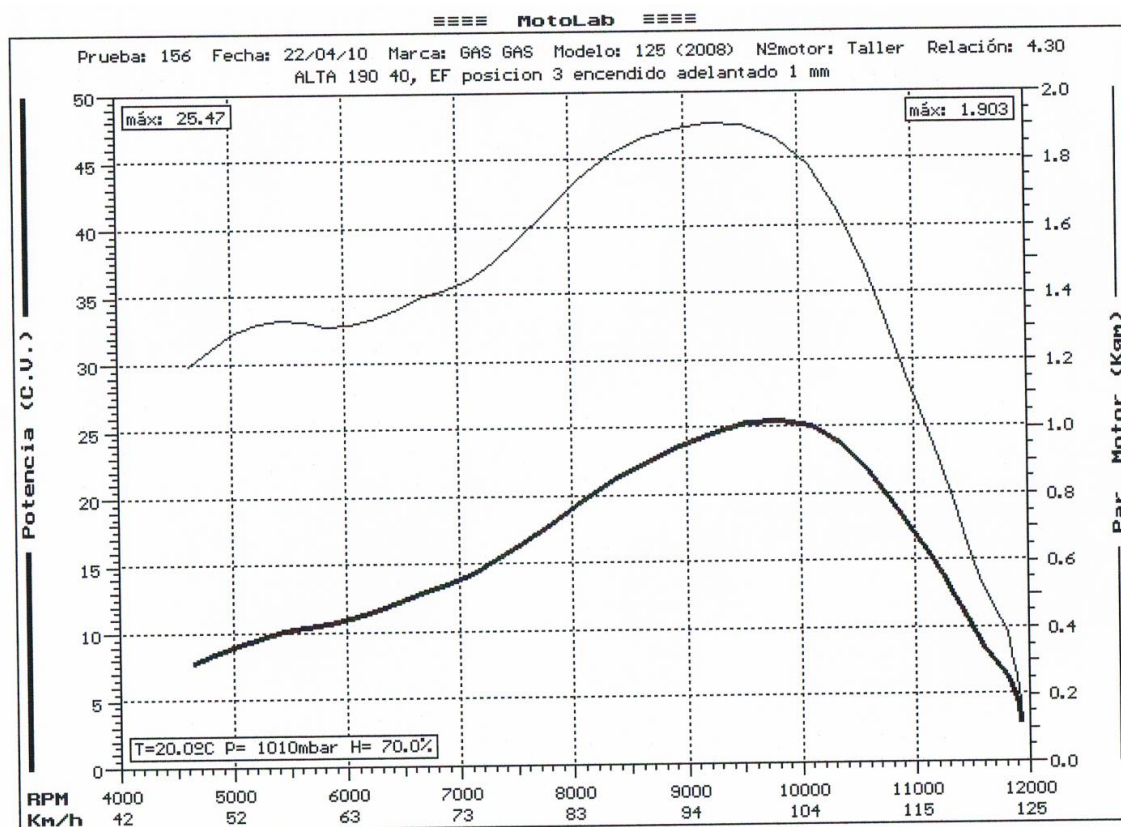
**Chiclé de baja:** 40

**Aguja:** EG

**Posición de la aguja:** 3

**Boquilla de escape:** Media

**Encendido:** retrasado 1 mm.



- **17ª PRUEBA:**

**Nº de prueba:** 157

**Chiclé de alta:** 190

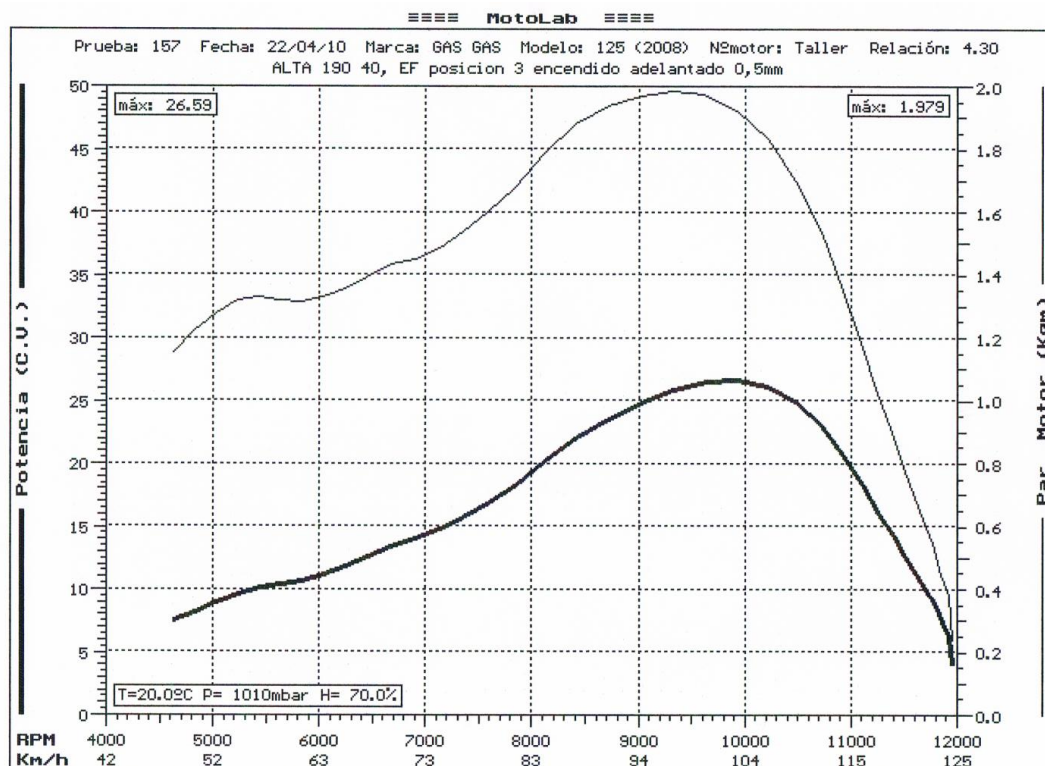
**Chiclé de baja:** 40

**Aguja:** EG

**Posición de la aguja:** 3

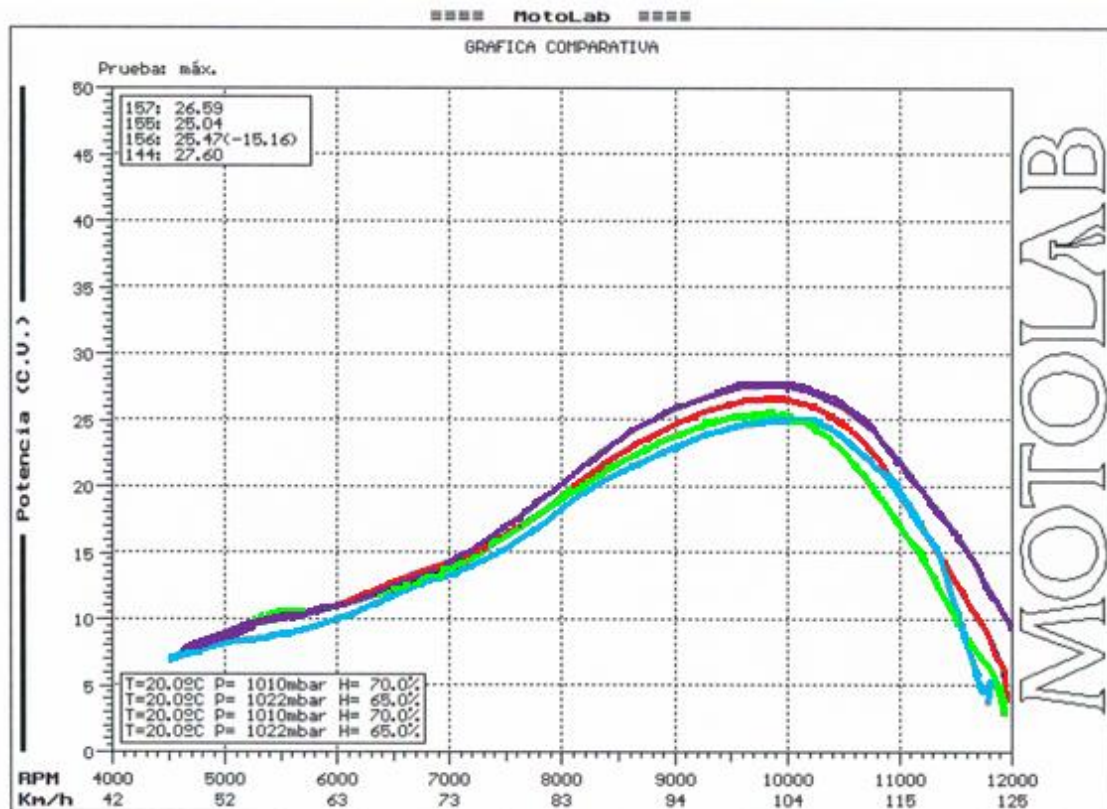
**Boquilla de escape:** Media

**Encendido:** adelantado 0.5 mm.



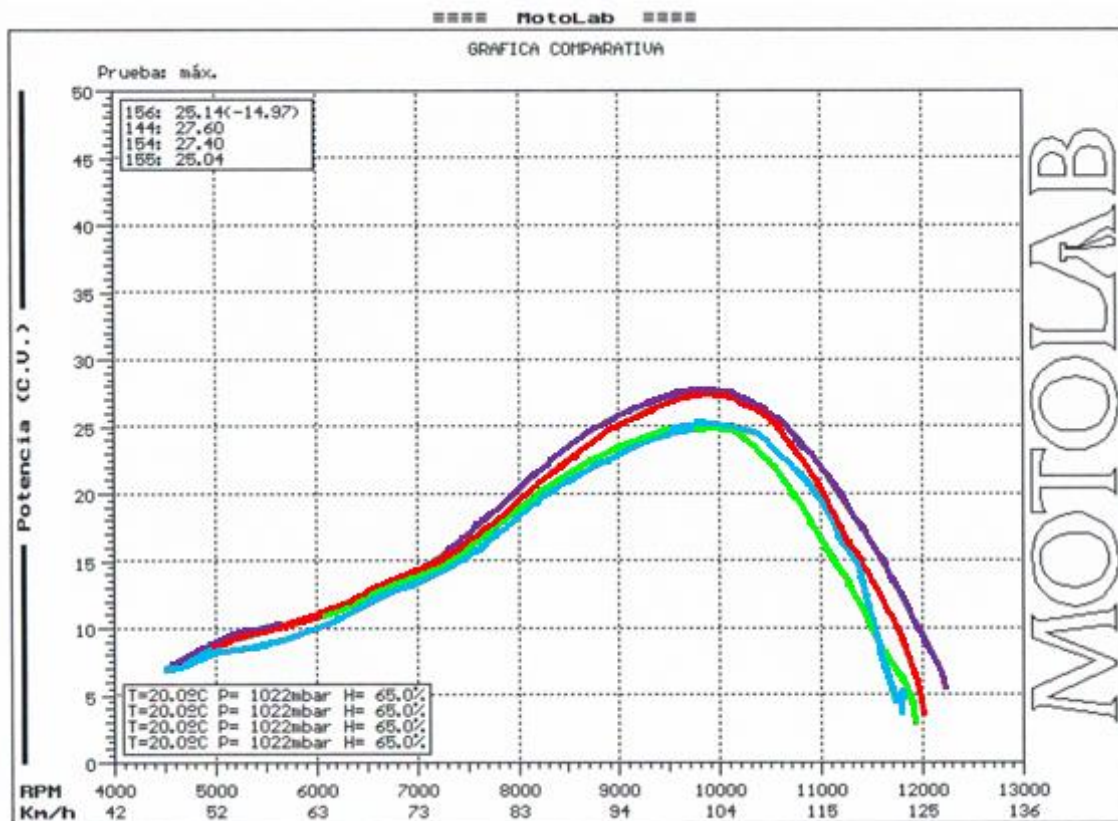
Viendo las gráficas podemos ver como los resultados son mejores cuando se adelanta que cuando se retrasa el encendido. Los valores de potencia máxima no son mejores que los obtenidos hasta el momento, pero sin embargo, en lo que se mejora un poco el resultado es en la caída de la curva. La bajada es un poco menos pronunciada.

Seguidamente, se van a realizar una serie de comparaciones. En ellas se van a contrastar los resultados obtenidos con el cambio del encendido con los mejores resultados obtenidos anteriormente, que son las pruebas 144 y 154.



- 155 ⇒ azul
- 156 ⇒ verde
- 157 ⇒ rosa
- 144 ⇒ morado

Como se ve, por muchos cambios que se hagan, la mejor gráfica de todas sigue siendo la correspondiente a la prueba 144. Entre todas ellas hay muy poca diferencia en cuanto a la forma general de la curva, la subida es prácticamente igual para todas ellas, pero la curva 144 consigue subir más, y lo mismo se puede decir de la bajada. Respecto al punto máximo, no es posible en ninguna de ellas que se mantenga durante más tiempo.



- 154 ⇒ rosa
- 155 ⇒ azul
- 156 ⇒ verde
- 144 ⇒ morado

En esta gráfica lo que se compara es el efecto de atrasar el avance al encendido con las dos pruebas de mejor resultado. Al atrasar el encendido, parecía que el resultado era un poco mejor en cuanto al aspecto de la curva en el punto máximo, se conservaba durante más tiempo. Por eso, es buena la comparación, para comprobar si la mejora realmente es significativa.

Pero viendo la gráfica, está claro que no. Se pierde mucha potencia, cuando lo que se gana no es realmente tanto.

## 6.5 Conclusiones

Una vez realizado el estudio del motor y viendo cómo se comporta con las diferentes variaciones de los componentes, explicados anteriormente, podemos llegar a la siguiente conclusión.

Hay que tener en cuenta que no se han podido hacer todas las pruebas posibles. Dado que estamos dentro de una competición, hay que seguir las normas impuestas. En ellas se establece, que en la puesta a punto del motor, sólo se pueden tocar y modificar elementos externos; por ningún concepto se puede abrir el motor.

De esta manera, hechas todas las pruebas se concluye que la mejor combinación de todos los factores con las que el motor ofrece los mejores resultados es:

**Chiclé de alta: 180**

**Chiclé de baja: 40**

**Aguja: EG**

**Posición de la aguja: 3**

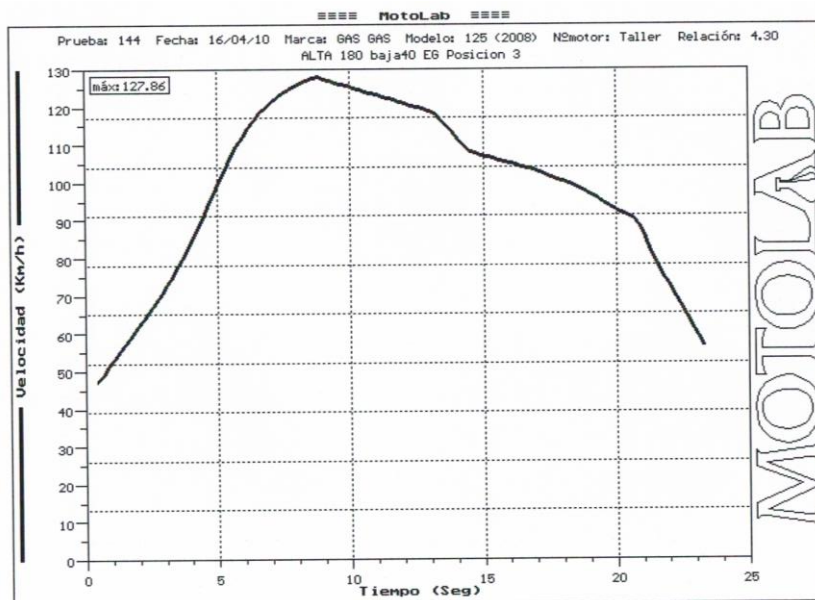
**Boquilla de escape: Media**

Estos datos se corresponden a la prueba 144, que es la que mejor resultado proporciona. A continuación, se presenta de nuevo la gráfica correspondiente. Así concluimos que el motor con todos sus elementos, proporcionará una potencia máxima de 27,60 CV.





Además de la gráfica de potencias y par, se proporciona la gráfica de velocidad con esta combinación, de manera que se puede ver la velocidad que llevará la moto durante la carrera, llegando a una velocidad máxima de 127,86 Km/h.



Comparando estos resultados con los de referencia, se pueden considerar bastante buenos. No se llega a los 30 CV, pero estar a tan solo 3 CV de esta referencia es muy positivo. Hay que tener en cuenta que de un banco a otro hay muchísima diferencia. Los datos ambientales de cada prueba (temperatura, presión, humedad), también influyen de manera considerable en los resultados.

Por ejemplo, con respecto al radiador, influye mucho la temperatura, ya que no es lo mismo estar a 20°C que a 40°C. El aire estará más caliente, por lo que le costará más tiempo refrigerar la misma cantidad de agua.

## 6.6 Líneas futuras

Hasta aquí llega mi trabajo de puesta a punto del motor, pero esto no termina aquí.

Por ahora lo que se ha llevado a cabo, es un trabajo en taller, pero falta lo más importante, que es el de pista. Una vez que la moto esté totalmente fabricada y montada, hay que llevarla a pista para probarla.

Allí se verá claramente cómo responde el motor y que se necesita exactamente. Aunque en taller hayamos llegado a unas conclusiones, en pista habrá que comprobarlas de nuevo. Quizá los resultados conseguidos en el taller, una vez sacados a pista, no sean los mejores, por lo que habrá que probar de nuevo ciertas combinaciones de factores, para ver las diferencias.

También hay que tener en cuenta que el tubo de escape se diseñó sin tener el chasis totalmente definido. Esto quiere decir que, quizá cuando esté el chasis fabricado, la curvatura del tubo choca contra algún tubo del chasis, lo que conllevará modificaciones en el escape. Estas modificaciones en el escape, como es de esperar, también provocar cambios en la respuesta del motor, lo que hará que, de nuevo en pista, haya que ajustarlo correctamente al motor.

Por último, todas las pruebas se han llevado a cabo con un radiador viejo. Por falta de tiempo, no se pudo acoplar el radiador definitivo y se tuvo que usar otro, pero lo ideal hubiera sido hacer las pruebas con el radiador que va a llevar la moto en realidad. De nuevo, lo que se obtenga en pista variará con los datos del banco.

## 7 RADIADOR

### 7.1 Introducción

Uno de los elementos que se necesita para la elaboración de la moto y que no es proporcionado por la Organización es el radiador.

Respecto al radiador, dentro de la competición de MotoStudent, no se establece ninguna norma, tiene que ser elegido por el equipo libremente, refrigerar mediante agua y que las dimensiones sean las correctas, esto es:

Las dimensiones de la motocicleta son libres exceptuando algunos requisitos básicos:

- La anchura mínima entre los extremos de los semimanillares ha de ser de 450 mm.
- El ángulo mínimo de inclinación lateral de la motocicleta sin que ningún elemento de la misma toque el pavimento debe ser 50°. Dicha medición se realiza con la motocicleta descargada pero con todo el equipamiento y líquidos para su funcionamiento.

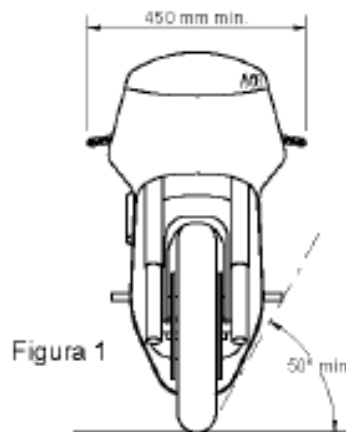


Figura 7.1

- 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.
- Limite posterior: Ningún elemento de la motocicleta podrá rebasar la línea tangente vertical trazada a la circunferencia exterior del neumático trasero.

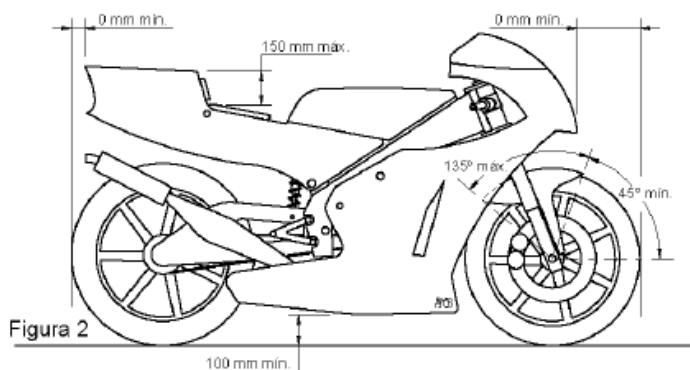


Figura 7.2

- La distancia de los neumáticos a cualquier elemento de la motocicleta diferente de la rueda no podrá ser inferior a 15 mm 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.

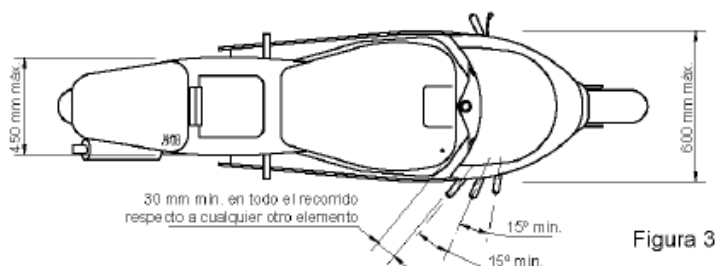


Figura 7.3

Una vez sabido cómo se podía ser el radiador, se barajaron dos opciones, comprar un radiador comercial o por el contrario realizar uno a medida.

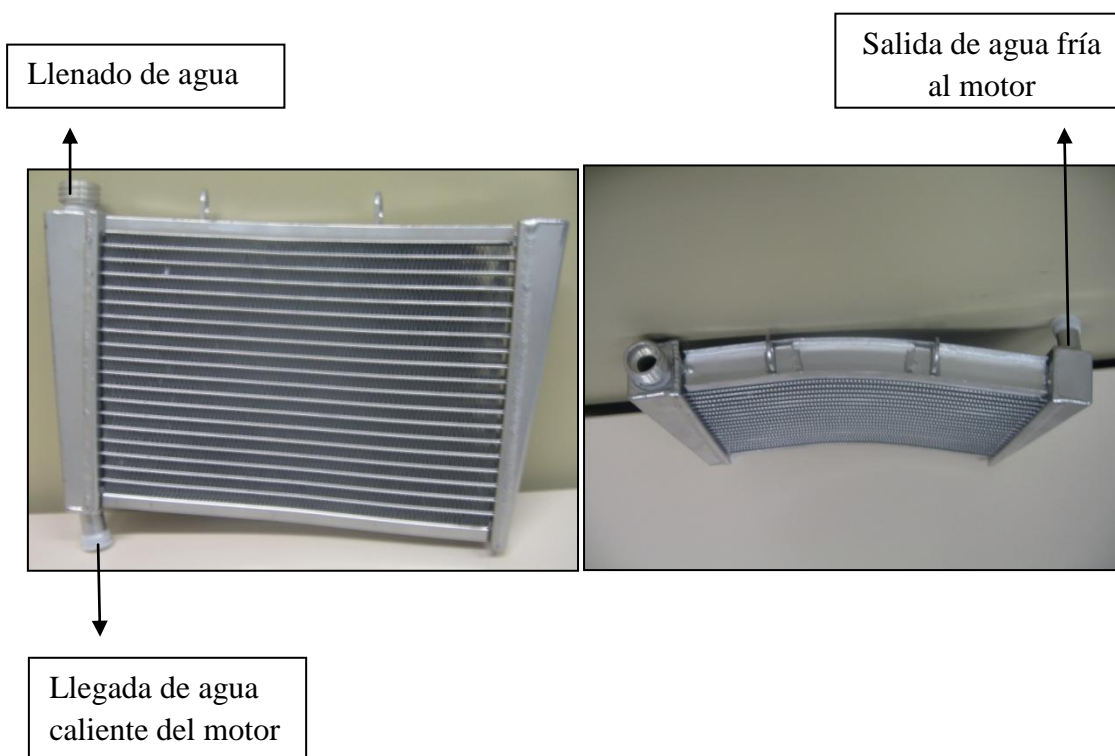
Tras visitar varios establecimientos de fabricación de radiadores a medida, llegamos a la conclusión que no era buena idea seguir por este camino. Es un trabajo muy laborioso, que lleva bastante tiempo para su elaboración, además del elevado coste. Todo esto son factores negativos para el proyecto en general. El tiempo es un factor muy importante en este proyecto de elaboración de la motocicleta, dado que se necesita el mayor tiempo posible para probar la moto, totalmente fabricada y montada, en pista. Para ello es necesario que estén todos los componentes cuanto antes. Por otro lado, todo el dinero que se dispone para su elaboración, llega de patrocinadores, y no es excesivo, por lo que se deben aminorar gastos.

De esta manera se decidió que lo mejor era comprar un radiador comercial, fabricado en serie, que se adaptara a nuestras necesidades.

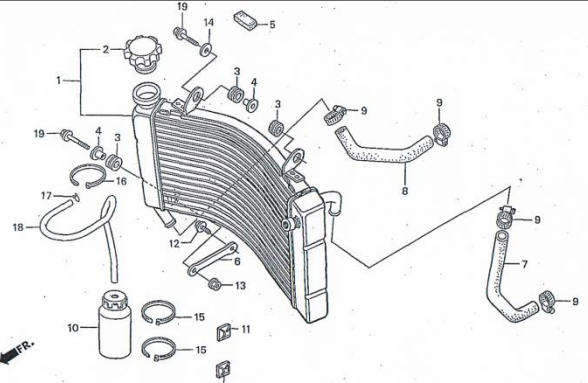
### 7.1.1 Nuestro radiador

La elección final fue un radiador de la marca Metrakit, modelo RS 125R. Este radiador lo usan en la misma marca, para motos de competición de 125 c.c., igual que la nuestra.

En las siguientes fotografías se muestra el radiador. A la derecha se observa el radiador visto desde la rueda delantera, y a la izquierda visto desde arriba para percatar la curvatura. También se explican las funciones de cada parte del radiador.



A continuación, un croquis del radiador.

Block No.											
<b>F-16</b>											
<b>Radiator</b>											
<b>2001 RS125R</b>											
<b>2002 RS125R</b>											
Ref. No.	Part No.	Description	Reqd. '01	No. '02	Remarks	Ref. No.	Part No.	Description	Reqd. '01	No. '02	Remarks
• 1	19010-NX4-770	RADIATOR ASSY .....	1	1		19	96001-06025-00	BOLT, flange, SH, 6 x 25 .....	2	2	
• 2	19045-MY3-671	CAP COMP., radiator .....	1	1							
• 3	19051-KA3-830	RUBBER, radiator mount .....	3	3							
• 4	19052-KA3-830	COLLAR, radiator mount .....	2	2							
• 5	19105-MRB-300	CUSHION, tank reserve .....	1	1							
• 6	19110-NX4-000	STAY, radiator .....	1	1							
• 7	19502-NX4-000	HOSE A, water .....	1	1							
• 8	19503-NX4-000	HOSE B, water .....	1	1							
• 9	19504-KY1-003	CLAMP, water hose D25 .....	4	4							
• 10	19602-NF4-810	TANK, catch 250 .....	1	1							
• 11	32114-NF4-780	BASE, TYLAP .....	2	2							
• 12	90108-GKI-000	BOLT, flange, SH, 6 x 12 .....	—	1							
• 13	90301-473-003	U-NUT, 6 mm .....	1	1							
• 14	90506-430-000	WASHER, fender mount .....	1	1							
• 15	90651-NC8-000	TIE-WRAP, 3.6 x 281 .....	2	2							
• 16	91058-MG9-681	BAND, self lock .....	1	1							
• 17	95002-45000	CLIP, C8 tube .....	1	1							
• 18	95003-10040-31	VINYL-TUBE, 5 x 8 x 400 .....	1	1	No sale by HRC I.D. 5 mm x 400 mm						

Croquis del radiador

## 7.2 Pérdidas de calor en M.C.I.A.

Desde el punto de vista del rendimiento interesa que los motores sean adiabáticos, es decir, sin refrigeración, pero no pueden ser por que las temperaturas que se alcanzarían en los elementos, directamente en contacto con los gases calientes, serían muy grandes y no habría material que los soportase, ni lubricante que pudiera trabajar en esas condiciones de temperaturas. De todas formas, aunque no hubiera refrigeración, nunca se alcanzaría en las paredes las temperaturas del ciclo, debido a la rapidez con que cambia la temperatura de los gases en el ciclo.

A título de ejemplo en el cilindro se alcanzan temperaturas de 200 °C, en la culata 300 °C, en la cabeza del pistón 350 °C y en la cabeza de las válvulas de escape 700 °C.

Además del calor generado en la combustión hay que tener en cuenta que también se genera calor por rozamiento.

Para hacer el análisis de las pérdidas de calor en un motor se podría aplicar las ecuaciones generales de la transmisión de calor, entre el fluido y el refrigerante, teniendo en cuenta que el mecanismo fundamental de transmisión de calor, entre los gases y las paredes del cilindro, es la convección, aunque también tiene importancia la radiación. A través de las paredes del cilindro el mecanismo fundamental es la conducción y del cilindro al agua de refrigeración, o al ambiente, si es refrigerado por aire, la convección.

Interesa saber las pérdidas de calor por unidad de área y por unidad de tiempo en función de la temperatura de los gases en el cilindro y la temperatura del refrigerante, en el caso de refrigeración líquida, o de la temperatura de ambiente, en el caso de refrigeración por aire, que lógicamente interesa que sean mínimas.

También interesa conocer la temperatura de la pared del cilindro, en contacto con los gases, por consideraciones de esfuerzos térmicos y de pérdidas por rozamiento.

Por último interesa saber la diferencia de temperaturas entre las paredes de contacto con los gases y el refrigerante, por que los esfuerzos térmicos serán proporcionales a esa diferencia:

El problema es muy complejo de resolver pues:

- La temperatura de los gases varía con el tiempo, no es lo mismo en admisión que en compresión, y tampoco es la misma en todo el volumen del gas.
- La temperatura del refrigerante varía con el tiempo, pero de una manera menos acusada.
- Las superficies de transmisión varían con el tiempo, debido al movimiento del pistón.
- Los valores de la conductividad térmica son muy variables debido a la variación de espesores de materiales.

- Los valores de los coeficientes de convección entre los gases y las paredes del cilindro y el refrigerante varían de unos puntos a otros, debido a diferencias locales en las condiciones termodinámicas, propiedades físicas, etc.
- No se tienen en cuenta las pérdidas por radiación, que aunque son pequeñas, varían entre el 1% y el 5% de las pérdidas totales.

Aunque se aplicaran estas ecuaciones localmente sería muy laborioso el determinar las pérdidas de calor por este procedimiento.

Debido a la complejidad del proceso de cálculo, varios autores han propuesto ecuaciones empíricas para calcular las pérdidas de calor por unidad de tiempo, tanto por zonas como globales del motor, como Eichelber, Woschni, que se pueden utilizar para realizar cálculos paso a paso de la evaluación del fluido en el motor, modelización del proceso de combustión, etc. Estas ecuaciones son de tipo convectivo.

La ecuación de Woschni muy usada en la modelización de los motores tiene la forma:

$$Q_g = h_g A (T_g - T_w)$$

$Q_g$  flujo térmico a través de la superficie de contacto gas-pared

$h_g$  coeficiente global instantáneo de transmisión de calor.

$T_g$  temperatura media instantánea del gas en el cilindro.

$T_w$  temperatura media de las paredes del motor en contacto con el gas.

$A$  superficie expuesta a la transmisión de calor.

Para determinar el coeficiente global instantáneo de transmisión de calor  $h_g$  se emplea la ecuación adimensional de transmisión de calor en conductos de la forma:

$$Nu = k Re^{0.8}$$

Como longitud característica se utiliza el diámetro del cilindro y como velocidad característica la velocidad media del pistón, corregida con un término que contempla la influencia de la combustión en la velocidad media del gas, en el cilindro. Se obtiene:

$$h_g = 130 D^{0.2} p^{0.8} T_g^{-0.53} (C_1 c_m + w)^{0.8} \quad \text{W/m}^2 \text{K}$$

$D$  diámetro del cilindro en m.

$p$  presión instantánea del gas en el cilindro en bar.

$T_g$  temperatura media instantánea del gas en el cilindro en K.

$c_m$  velocidad media del pistón en m/s.



$w$  factor de corrección de la velocidad media del pistón que depende de la energía liberada por la combustión y del tipo de motor, con valor cero en las fases de admisión y escape.

$C_I$  valor que depende del tipo de motor y de la fase del ciclo, según que sea la fase de renovación de la carga o compresión-combustión-expansión.

Esta ecuación tiene más exactitud para los M.E.C. que para los M.E.P.

Si se quiere calcular el calor medio transmitido por el fluido al refrigerante por unidad de tiempo existe la ecuación de Taylor y Toong:

$$Q_r = h_m A_p (T_g - T_r)$$

siendo :

$Q_r$  flujo de calor al refrigerante.

$h_m$  coeficiente global de convección obtenido experimentalmente.

$A_p$  superficie del pistón.

$T_g$  temperatura media del gas en el ciclo, alrededor de 400 °C.

$T_r$  temperatura media del refrigerante.

El coeficiente de convección lo obtuvieron Taylor y Toong haciendo una correlación entre el número de Nusselt y el número de Reynolds para diferentes motores, llegando a una ecuación:

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

Siendo:

$$Nu = \frac{h_m D}{k_g}$$

$$Re = \frac{m' D}{\mu_g}$$

$k_g$  conductividad térmica del a la temperatura  $T_g$

$\mu_g$  viscosidad del gas a la temperatura  $T_g$

$D$  diámetro del cilindro

$m'$  gasto másico por unidad de superficie del pistón

### 7.2.1 Balance térmico de un motor

Si se hace un balance térmico en un motor alternativo de cómo se emplea la energía que teóricamente libera el combustible al quemarse, por unidad de tiempo, se tiene:

$$Q_t = Q_N + Q_r + Q_{ra} + Q_a + Q_{res} + Q_g$$

$Q_t$  Flujo de calor que aporta el combustible al quemarse.

$Q_N$  Flujo de calor que se transforma en potencia efectiva.

$Q_r$  Flujo de calor cedido al refrigerante.

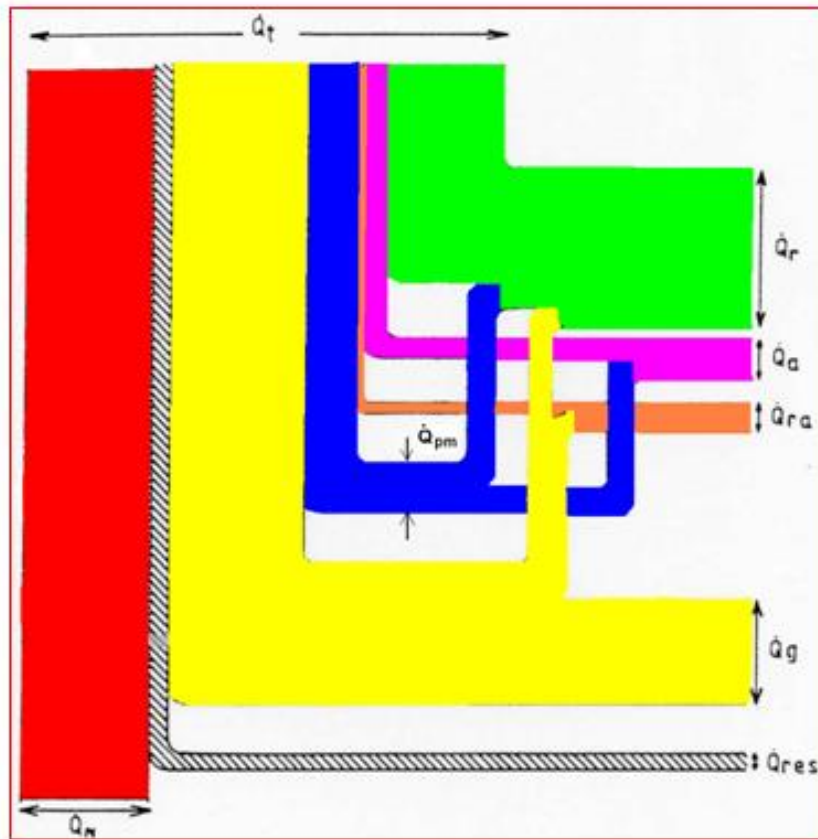
$Q_{ra}$  Flujo de calor perdido por radiación.

$Q_a$  Flujo de calor cedido al aceite.

$Q_{res}$  Flujo de calor perdido por combustión incompleta.

$Q_g$  Flujo de calor perdido con los gases de escape.

<u><math>Q_t</math></u>	M.E.P.	M.E.C.
<u><math>Q_n</math></u>	25 – 28 %	34 – 38 %
<u><math>Q_r</math></u>	17 – 26 %	16 – 35 %
<u><math>Q_a</math></u>	3 – 10 %	2 – 6 %
<u><math>Q_{res}</math></u>	2 – 5 %	1 – 2 %
<u><math>Q_g + Q_{ra}</math></u>	34 – 45 %	22 – 35 %



Si se hace un balance de las pérdidas de calor en un motor teniendo en cuenta donde se producen se tiene:

CULATA	PARED CILINDRO	DEL CONDUCTOS ESCAPE	DE OTROS
50 – 60%	8 – 22%	16 – 26%	2 – 6%

Si se hace un balance de las pérdidas de calor en un motor teniendo en cuenta las diferentes fases del ciclo de trabajo se tiene:

COMPRESIÓN	COMBUSTIÓN	EXPANSIÓN	ESCAPE
1 – 3%	6 – 10%	30 – 50%	
50%			50%

Si se hiciera un motor totalmente adiabático solamente se podría aprovechar del calor cedido al refrigerante la mitad, es decir, el 50% corresponde a compresión, combustión y expansión. De este 50% , sólo se podría recuperar del orden de la mitad, pues la otra mitad se iría en elevar el estado térmico de los gases de escape.

### 7.2.2 Influencia de diversos factores en las pérdidas de calor

Si se quiere hacer una estimación cualitativa de la influencia de diversos parámetros del motor en las pérdidas de calor se puede hacer a través de la ecuación de Taylor del flujo de calor al refrigerante, obteniéndose los resultados de la figura.

$Q_r$  flujo de calor cedido al refrigerante.

$Q_N$  flujo de calor que se transforma en potencia efectiva

Variable a considerar	$\dot{Q}_r$	$\dot{Q}_r/\dot{Q}_N$	Debido fundamentalmente a
Diámetro del motor	aumenta	disminuye	Aumento de $D$ Aumento de $\dot{m}'$
Aumento del número de revoluciones	aumenta	disminuye	Aumento de $\dot{m}'$
Disminución de la presión de admisión (colector de admisión en MEP) ( $P_e = \text{cte}$ )	disminuye	aumenta	Disminución de $\dot{m}'$
Aumento del dosado	aumenta ( $F < 1$ ) disminuye ( $F > 1$ )	aumenta ( $F < 1$ ) disminuye ( $F > 1$ )	Variación de $T_g$
Retraso del encendido a partir del punto de encendido óptimo	aumenta	aumenta	Aumento de $T_g$
Avance del encendido a partir del punto de encendido óptimo	aumenta	aumenta	Aumento de $T_g$
Aumento de la temperatura de admisión	aumenta	aumenta	Aumento de $T_g$
Aumento de la temperatura del refrigerante	disminuye	disminuye	Aumento de $T_r$
Aumento de los depósitos en el motor	disminuye	disminuye	Disminución de $h_m$
Aumento de la relación de compresión	aumenta	aumenta	Aumento de $T_g$

### 7.3 Distintas alternativas

Se ha comprado un radiador para la moto, pensando que es con el que mejor va a funcionar la moto. De todas maneras, hay que realizar un estudio para comprobarlo.

Este es el cometido del siguiente apartado. Mediante distintos métodos se va a comprobar la potencia que disipa el radiador, y a la vez se calcula la potencia que el motor necesita refrigerar. Si por ambos caminos llegamos a lo mismo, entonces se sabrá que, realmente, el radiador va a funcionar perfectamente con nuestro motor.

#### 7.3.1 Pruebas Motor

Lo primero que se debe hacer es saber que potencia es la que el motor necesita refrigerar.

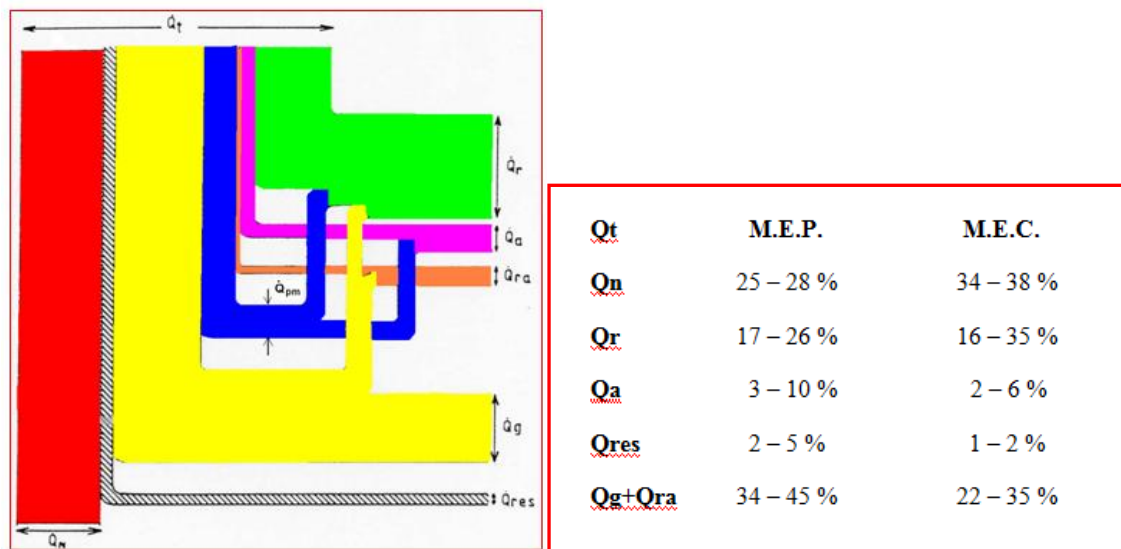
Una vez realizadas las pruebas del motor en el banco, llegamos a la conclusión que la máxima potencia que alcanza el motor son 27,46 CV, en Sistema Internacional:

$$27,46 \text{ CV} \cdot 0,7457 \text{ Kw/CV} = 20 \text{ KW Efectivos}$$

Suponiendo un rendimiento del 20%,

$$20 \text{ Kw Efectivos} / 0,2 = 100 \text{ KW Térmicos}$$

Teniendo en cuenta el balance térmico, explicado en el apartado anterior, se ve como el flujo de calor cedido al refrigerante oscila entre 16% y 27%.



De esta manera el calor que nuestro motor cede al refrigerante será de:

$$\text{Calor cedido al refrigerante} = 100 \text{ Kw Térmicos} \cdot 20 \% = 20 \text{ KW}$$

Estos 20 KW corresponden a la potencia que el radiador debe disipar, una vez que le llega el agua caliente del motor, antes de introducirla de nuevo, fría, en el motor.

### 7.3.2 Fabricante

Para tomar la decisión sobre qué radiador elegir, se hizo una consulta al fabricante del motor, para saber qué era lo que más le convenía.

Al estar dentro de la competición, no nos pudo decir exactamente cuál era el radiador que debíamos utilizar, pero sí que nos facilitó datos para su determinación.

A la hora de elegir un radiador para una moto, es necesario saber qué caudal de agua necesita el motor, además de la cantidad de calor que necesita el motor disipar teóricamente.

De esta forma, gracias al fabricante del motor, Gas – Gas, conseguimos los siguientes datos.

Respecto al caudal, como era de esperar, dependiendo de la velocidad que lleve la moto, el motor se calienta más o menos, por lo que la cantidad de calor que debe disipar es función de las revoluciones de la moto. Así que:

RPM	CAUDAL (litros/minuto)
1850	5,2
2500	7
3000	10,3
4000	14,5
5000	16,9
6000	19,4
7000	21,6
8000	21,6
9000	21,8
10000	22
11000	22,1

Igualmente se nos comunicó, que el radiador debe ser capaz de disipar 10 °C, siendo la temperatura idónea del motor 70 °C.

Con estos datos, se puede calcular la cantidad de calor que este motor necesita refrigerar, según el fabricante.

$$\text{Potencia disipada por el radiador} = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$\dot{m}$  variación de la masa en función del tiempo

$C_p$  calor específico

$\Delta T$  variación de temperatura

En este caso, estamos refrigerando con agua, por lo que:

$$C_p \text{ del agua} = 4180 \text{ J/Kg}\cdot^\circ\text{C}$$

$$\Delta T, \text{ como bien no ha indicado el fabricante, } \Delta T = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

$\dot{m}$ , el fabricante nos ha proporcionado datos de caudales, en l/min, pero aquí se necesita Kg/s.

Para que el cálculo sea válido para todas las circunstancias del motor, tomamos el dato más desfavorable, es decir, el mayor. Si el radiador es capaz de refrigerar cuando el motor está en su máxima potencia, en los demás casos no habrá problemas.

Teniendo en cuenta que la densidad del agua es 1Kg/l

$$\dot{m} = 22,1 \text{ l/min} \cdot 1\text{min}/60 \text{ s} \cdot 1\text{Kg/l} = 0,3683 \text{ Kg/s}$$

y finalmente:

$$\text{Potencia disipada por el radiador} = 0,3683 \text{ Kg/s} \cdot 4180 \text{ J/Kg}\cdot^\circ\text{C} \cdot 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{Potencia disipada por el radiador} = 15394,94 \text{ W} = \mathbf{15,4 \text{ KW}}$$

### 7.3.3 Teórico

Desde el punto de vista teórico, el radiador hace un intercambio de calor. El agua cede su calor, quedando al final un caudal de agua más fría para entrar de nuevo al motor.

Este proceso, se llama convección.

#### 7.3.3.1 Mecanismo físico de la convección

La transferencia de calor a través de un fluido es por convección cuando se tiene un movimiento masivo.

La transferencia de calor por convección es complicada por el hecho de que comprende movimiento del fluido, así como conducción del calor. El movimiento del fluido mejora la transferencia de calor, ya que pone en contacto porciones más caliente y más frías de ese fluido.

La experiencia muestra que la transferencia de calor por convección depende de las propiedades viscosidad dinámica  $\mu$ , conductividad térmica  $k$ , densidad  $\rho$ , calor específico  $C_p$ , y de la velocidad del fluido  $v$ . También depende de la configuración geométrica y aspereza de la superficie sólida, además del tipo de fluido (el que sea laminar o turbulento).

Se observa que la velocidad de transferencia de calor es proporcional a la diferencia de temperatura y se expresa por la Ley de Newton de enfriamiento:

$$\dot{q}_{conv} = h(T_s - T_\infty) \quad (\text{W/m}^2)$$

$$\dot{Q}_{conv} = hA_s(T_s - T_\infty) \quad (\text{W})$$

donde:

$h$  = coeficiente de transferencia de calor por convección  $\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

$A_s$  = área superficial de transferencia de calor,  $\text{m}^2$

$T_s$  = temperatura de la superficie,  $^\circ\text{C}$

$T_\infty$  = temperatura del fluido suficientemente lejos de la superficie,  $^\circ\text{C}$

El coeficiente de transferencia de calor por convección  $h$  se puede definir como la velocidad de transferencia de calor entre una superficie sólida y un fluido por unidad de área superficial por unidad de diferencia de temperatura.  $h$  es difícil de determinar.

Cuando un fluido se fuerza a fluir sobre una superficie sólida la capa de fluido en contacto directo con la superficie sólida “se adhiere” y no resbala. Este fenómeno se conoce como condición de no deslizamiento y se debe a la viscosidad del fluido.

La condición de no deslizamiento es responsable del desarrollo de perfil de velocidades para el flujo. Debido a la fricción entre capas del fluido, la capa que se adhiere a la pared retarda la capa adyacente, la cual, a su vez, retarda a la siguiente y así sucesivamente.

Un fenómeno semejante ocurre con la temperatura. Un fluido y una superficie sólida tendrán la misma temperatura en el punto de contacto. Esto se conoce como la condición de no salto de temperatura.

Una implicación de las condiciones de no deslizamiento y de no salto de temperatura es que la transferencia de calor de la superficie sólida a la capa de fluido adyacente es por *conducción pura*, puesto que la capa de fluido está inmóvil, y se puede expresar como:

$$\dot{q}_{conv} = \dot{q}_{cond} = -k_{fluido} \left. \frac{\partial T}{\partial y} \right|_{y=0} \quad (\text{W/m}^2)$$



Se pueden igualar la primera ecuación con la anterior del flujo de calor:

$$h = \frac{-k_{\text{fluido}}(\partial T/\partial y)_{y=0}}{T_s - T_\infty} \quad (W/m^2 \cdot ^\circ C)$$

En general, el coeficiente de transferencia de calor por convección varía a lo largo de la dirección del flujo (o dirección  $x$ ). En esos casos, el coeficiente *promedio* o *medio* de transferencia de calor por convección para una superficie se determina a promediar de manera adecuada los coeficientes *locales* sobre toda esa superficie.

- Número de Nusselt

En los estudios sobre convección, es práctica común quitar las dimensiones y combinar las variables, las cuales se agrupan en *números adimensionales*, con el fin de reducir el número de variables. También es práctica común quitar las dimensiones del coeficiente de transferencia de calor  $h$  con el número de Nusselt:

$$Nu = \frac{h L_c}{k}$$

*Coficiente adimensional de la transferencia de calor por convección*

Para comprender el significado físico del número de Nusselt, considere una capa de fluido de espesor  $L$  y diferencia de temperatura  $\Delta T = T_2 - T_1$ . La transferencia de calor a través de la capa de fluido será por convección cuando esta última tenga algún movimiento y con conducción cuando esté inmóvil. En cualquiera de los dos casos,

$$\dot{q}_{\text{conv}} = h \cdot \Delta T$$

$$\dot{q}_{\text{cond}} = k \cdot \frac{\Delta T}{L}$$

Al dividir ambas ecuaciones da

$$\frac{\dot{q}_{\text{conv}}}{\dot{q}_{\text{cond}}} = \frac{h\Delta T}{k\Delta T/L} = \frac{hL}{k} = Nu$$

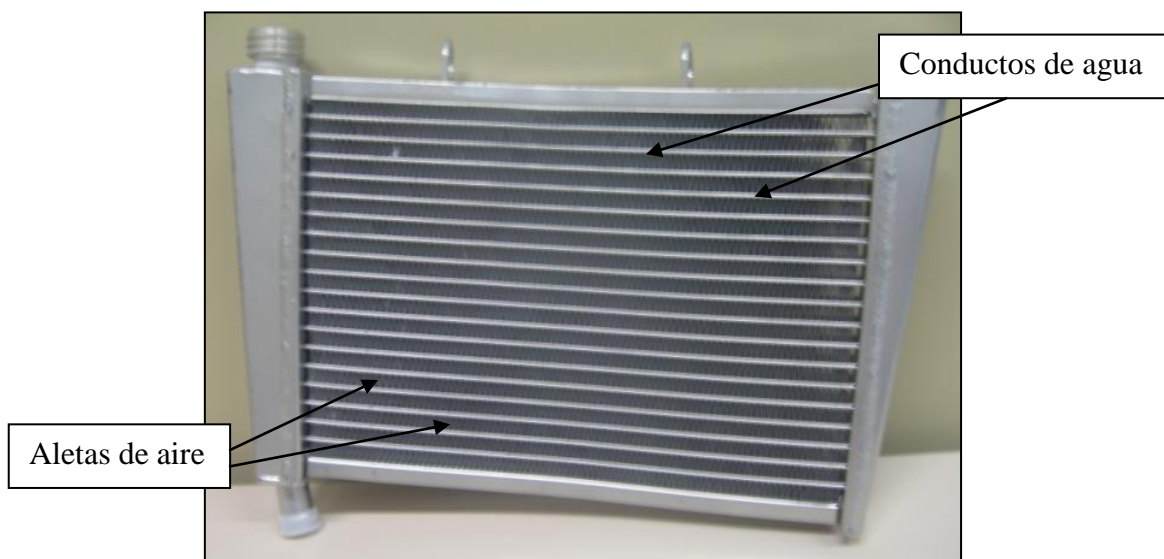
El número de Nusselt representa el mejoramiento de la transferencia de calor a través de una capa de fluido como resultado de la convección en relación con la conducción a través de la misma capa. Un número de  $Nu = 1$  para una capa de fluido representa transferencia de calor a través de esta por conducción pura.

### 7.3.3.2 Cálculos

Una vez explicado el proceso, vamos a aplicarlo al radiador.

Aunque hemos dicho que el radiador debe disipar unos 20 KW, para aplicar convección, debemos hacerlo no a todo el radiador sino a cada conducto por el que circula el agua.

En la figura se muestra todo el radiador, identificando cada conducto de agua, y las aletas por las que pasa el aire.



El radiador dispone de 18 conductos, por lo que, cada conducto debe disipar:

$$20 \text{ KW} / 18 = 1,11 \text{ KW}$$

Así, al aplicar la convección:

- Convección del agua:

$$A_{\text{agua}} \cdot h_{\text{agua}} \cdot (T_{\text{agua}} - T_{\text{placa}})$$

- Convección del aire:

$$A_{\text{aire}} \cdot h_{\text{aire}} \cdot (T_{\text{placa}} - T_{\text{aire}})$$

$$A_{\text{agua}} \cdot h_{\text{agua}} \cdot (T_{\text{agua}} - T_{\text{placa}}) = A_{\text{aire}} \cdot h_{\text{aire}} \cdot (T_{\text{placa}} - T_{\text{aire}}) = 1,11 \text{ KW}$$

Consideramos la temperatura de la placa 74-75 °C, ya que la placa se irá calentando.

Para calcular las dos áreas, hay que tener en cuenta que se está considerando sólo un conducto de agua, con su correspondiente parte de aletas de aire, con las siguientes dimensiones:

- Agua: 280 mm de largo, 30 mm de ancho y 0,5 mm de espesor
- Aire: 19 mm de alto, 300 mm de largo, 187 mm de ancho, por conducto de agua.



Tras esta pequeña explicación de las dimensiones a considerar, se pueden calcular las dos áreas, obteniendo:

- $A_{\text{agua}} = 280 \cdot (0,5 \times 2 + 30 \times 2) = 17080 \text{ mm}^2$
- $A_{\text{aire}} = 600 \times 187 = 112200 \text{ mm}^2$

Una vez conocidas las áreas, y sabiendo la temperatura de la placa, además de la del aire, 20 °C y la del agua 80°C, podemos calcular los coeficientes de transferencia de calor por convección,  $h_{\text{agua}}$ ,  $h_{\text{aire}}$ :

$$17080 \text{ mm}^2 \cdot h_{\text{agua}} \cdot (80 - 74) = 112200 \text{ mm}^2 \cdot h_{\text{aire}} \cdot (74 - 20) = 1,11 \text{ KW}$$

De donde:

- $h_{\text{agua}} = 10831$
- $h_{\text{aire}} = 183$

Una vez obtenidos estos valores, los contrastamos con los datos que nos proporciona el libro “Handbook of HEAT TRANSFER”.

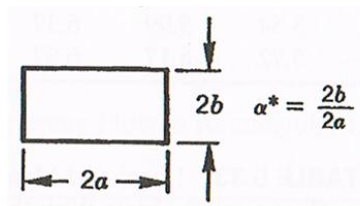
Mediante este libro obtenemos información sobre coeficientes de transferencia de calor por convección en conductos rectangulares, como es el caso.

Dependiendo de cómo intercambia el calor cada conducto, hay distintas tablas, en nuestro radiador el intercambio de calor se produce en cada conducto de agua y de aire por las cuatro paredes, por lo que utilizamos la siguiente tabla:

**TABLE 5.31 Fully Developed  $f Re$ ,  $Nu_T$ ,  $Nu_{HI}$ , and  $Nu_{H2}$  for Laminar Flow in Rectangular Ducts With All Four Walls Transferring Heat [1]**

$\alpha^*$	$f Re$	$Nu_T$	$Nu_{HI}$	$Nu_{H2}$	$\alpha^*$	$f Re$	$Nu_T$	$Nu_{HI}$	$Nu_{H2}$
0.250	14.227	2.970	3.60795	3.091	0.250	18.233	4.439	5.33106	2.94
0.200	14.261	2.980	3.62045	—	0.200	19.071	4.803	5.73769	2.93
1/6	14.328	—	3.64531	—	1/6	19.702	5.137	6.04946	2.93
0.000	14.378	3.014	3.66382	—	1/2	20.193	—	6.29404	2.94
0.150	14.476	—	3.70052	—	0.125	20.585	5.597	6.49033	2.94
1/4	14.565	3.077	3.73419	—	1/6	20.904	—	6.65107	2.94
0.000	14.605	3.083	3.74961	—	1/10	21.169	5.858	6.78495	2.95
1/5	14.701	3.117	3.79033	—	1/12	21.583	—	6.99507	—
0.000	14.980	3.198	3.89456	—	1/15	22.019	—	7.21683	—
0.000	15.548	3.383	4.12330	3.02	1/20	22.477	—	7.45083	—
0.000	16.368	3.670	4.47185	—	1/50	23.363	—	7.90589	—
1/5	17.090	3.956	4.79480	2.97	0	24.000	7.541	8.23529	8.235
0.000	17.512	4.114	4.98989	—					

Para utilizar la tabla necesitamos saber la relación:



Tanto para el agua, como para el aire la relación no sale próxima a 0, ya que los dos conductos son de pequeños espesores, de forma que podemos utilizar la tabla, entrando con  $\alpha^* = 0$ , de modo que, obtenemos un número de Nusselt, para el agua y el aire, de 7,547.

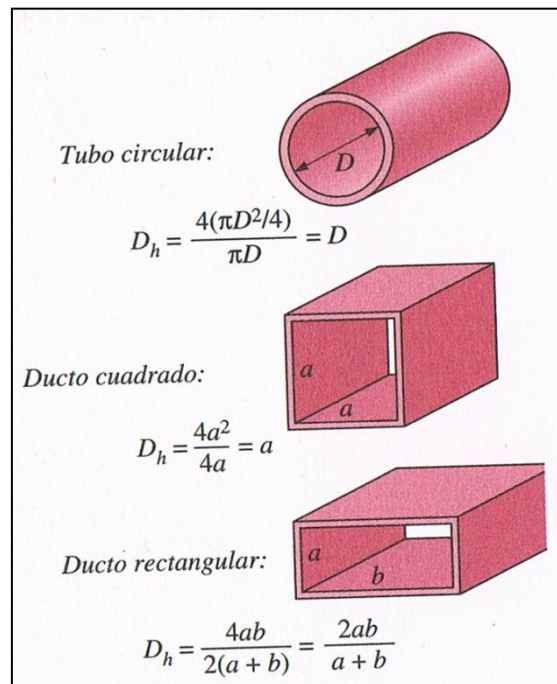
$$\alpha^* = 0 \quad \Longrightarrow \quad Nu = 7,541$$

Utilizando la definición del Número de Nusselt:

$$Nu = \frac{h L_c}{k}$$

Podemos sacar el valor de los coeficientes de transferencia de calor,  $h$ , de ambos conductos.

Hay que tener en cuenta, que tenemos que introducir la longitud característica de ambos conductos, siendo en este caso, por ser rectangular, el diámetro hidráulico:



*Diámetro hidráulico*

Viendo la figura, podemos calcular los diámetros hidráulicos de ambos conductos.

- Agua:  $D_h = (2 \cdot 0,030 \cdot 0,0005) / (0,030 + 0,0005) = 9,836 \cdot 10^{-4} \text{ m}$
- Aire:  $D_h = (2 \cdot 0,0015 \cdot 0,0019) / (0,0015 + 0,0019) = 2,78 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

Sabido esto, podemos aplicar la definición de Nusselt para calcular las  $h$  :

- Agua:

$$7,541 = \frac{h \cdot 9,836 \cdot 10^{-4}}{0,67}$$

Por lo que

$$h_{\text{agua}} = 5136$$

- Aire:

$$7,541 = \frac{h \cdot 2,78 \cdot 10^{-3}}{0,02551}$$

Por lo que

$$h_{\text{aire}} = 68,82$$

Los resultados obtenidos no son exactamente los mismos que los anteriores, pero de todas maneras, los tomamos por válidos. La diferencia entre ambos valores es prácticamente el doble, y aunque parezca exagerado, cuando se trata de coeficientes de convección, esta diferencia no se considera grande.

### 7.3.4 Comprobación con Ansys

Una vez comprobado por tres vías diferentes el buen funcionamiento del radiador, es conveniente validarlo mediante un programa informático. Con ello se pretende comprobar si las suposiciones consideradas 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, ya que permite obtener información acerca del comportamiento del sistema de un modo que se aproxima bastante a lo que ocurriría en la realidad.

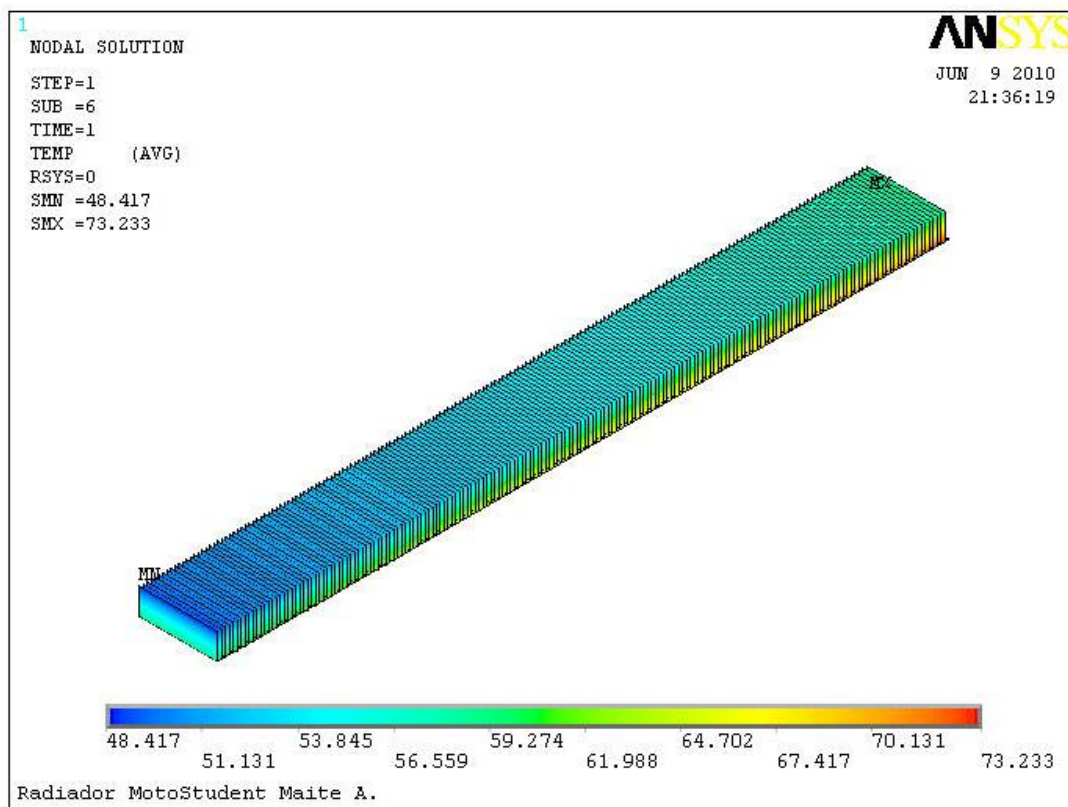
El software elegido para llevar a cabo todo este proceso es “Ansys”.

Ansys es un programa multipropósito de elementos finitos, en el que se pueden resolver problemas de los siguientes campos de aplicación:

- Estructural
- Térmico
- Electromagnético
- Dinámica de Fluidos

Mediante el programa lo que se va a hacer es simular una de las 18 conductos de agua, con sus 187 aletas por las que pasa el aire. De esta manera se simulará el proceso de convección entre el aire, agua y el aluminio del radiador. Finalmente, lo que se comprobará será la temperatura de salida del agua y la potencia que es capaz de disipar.

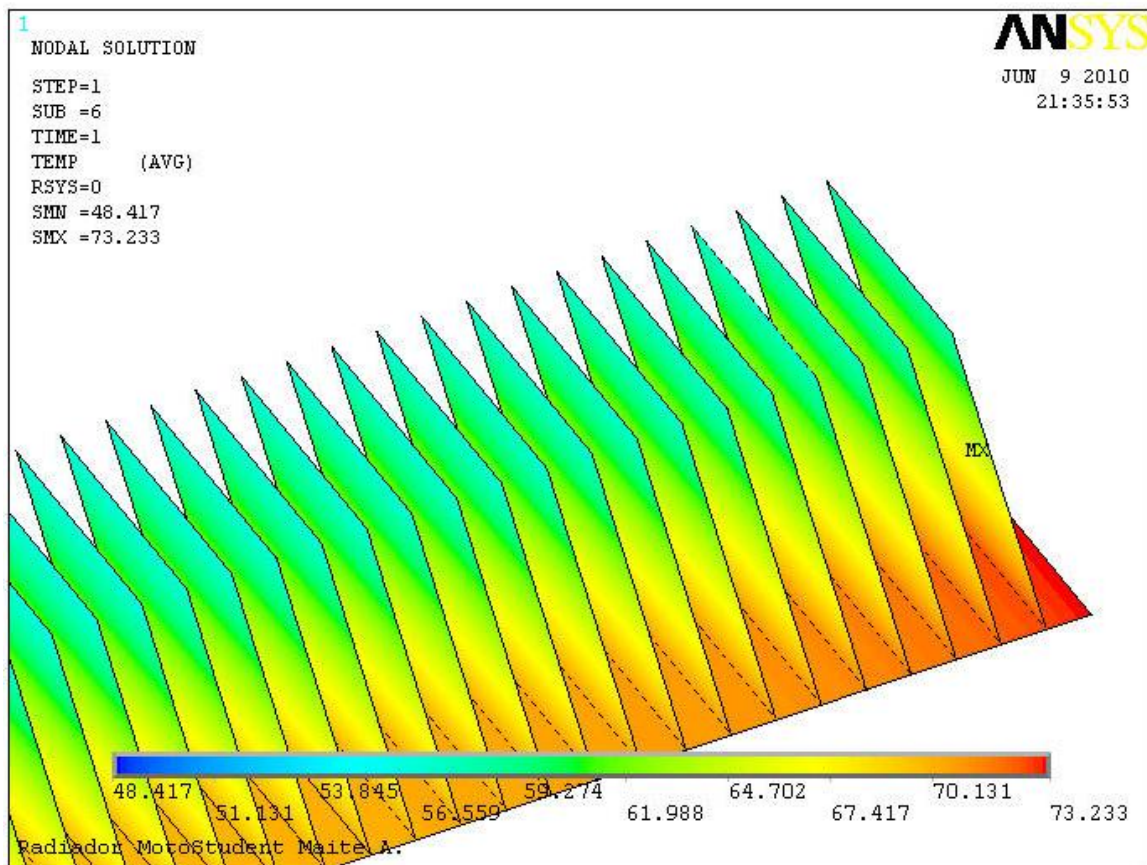
Para utilizar Ansys y simular el radiador, ha sido necesaria la elaboración de un pequeño programa, cuyos resultados han sido los siguientes.



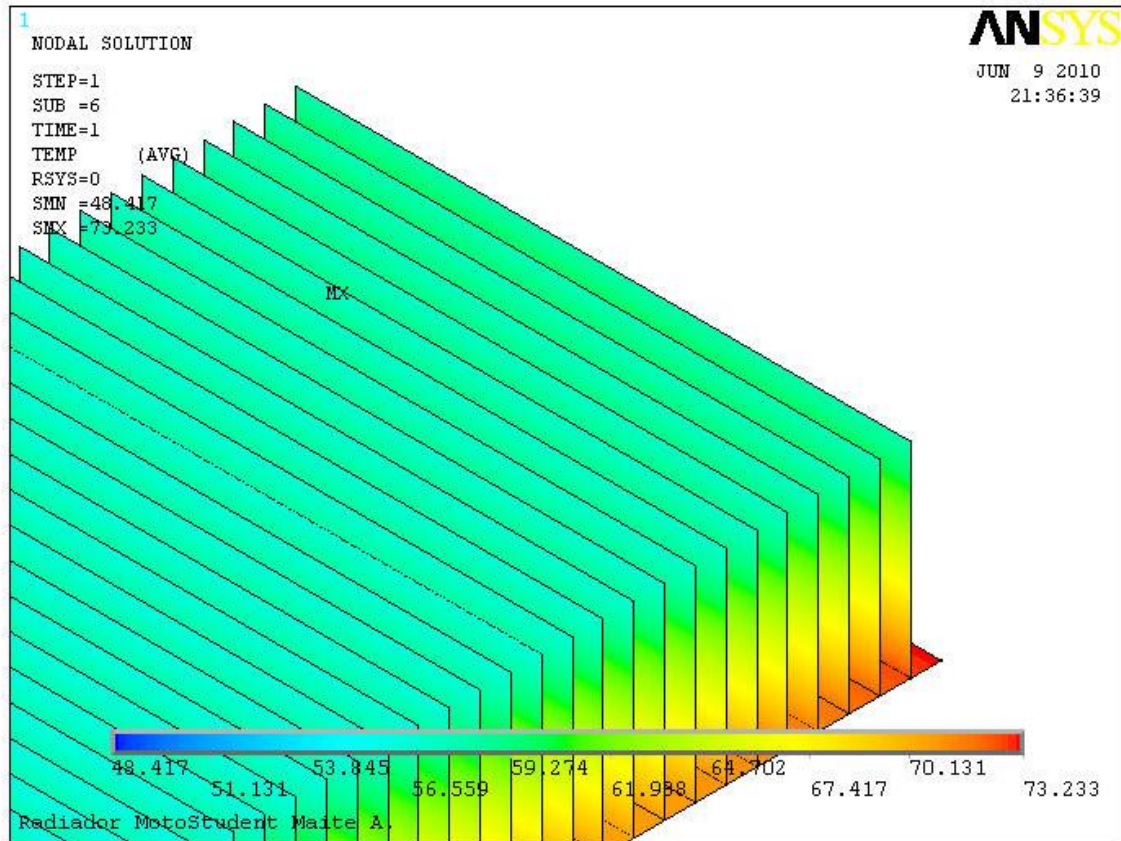
Como se ha mencionado, lo que se simula es un conducto de agua, con las correspondientes aletas de aire, que es lo que se ve en la imagen. Un conducto de agua horizontal, sobre el que se apoyan las 187 aletas de aire. El agua entra por la parte de la derecha, siendo su salida por la izquierda.

En esta imagen está representado el radiador, pero los colores corresponden a las temperaturas del aluminio, es decir, el material del radiador. Como se observa, a la derecha toma un color rojizo, caliente, el cual corresponde a la entrada del agua proveniente del motor, y a medida que nos acercamos a la izquierda este color va cambiando hasta azul, cuando el agua sale enfriada hacia el motor. En definitiva, se da un proceso de convección entre el aluminio del radiador y el agua, el mismo que entre el aire y el agua.

Las siguiente imagen, corresponde a un zoom de la anterior, en la parte de entrada del agua. Aquí se puede ver claramente el conducto por el que pasa el agua, además de las aletas, separadas cada una 1,5 mm de la otra.

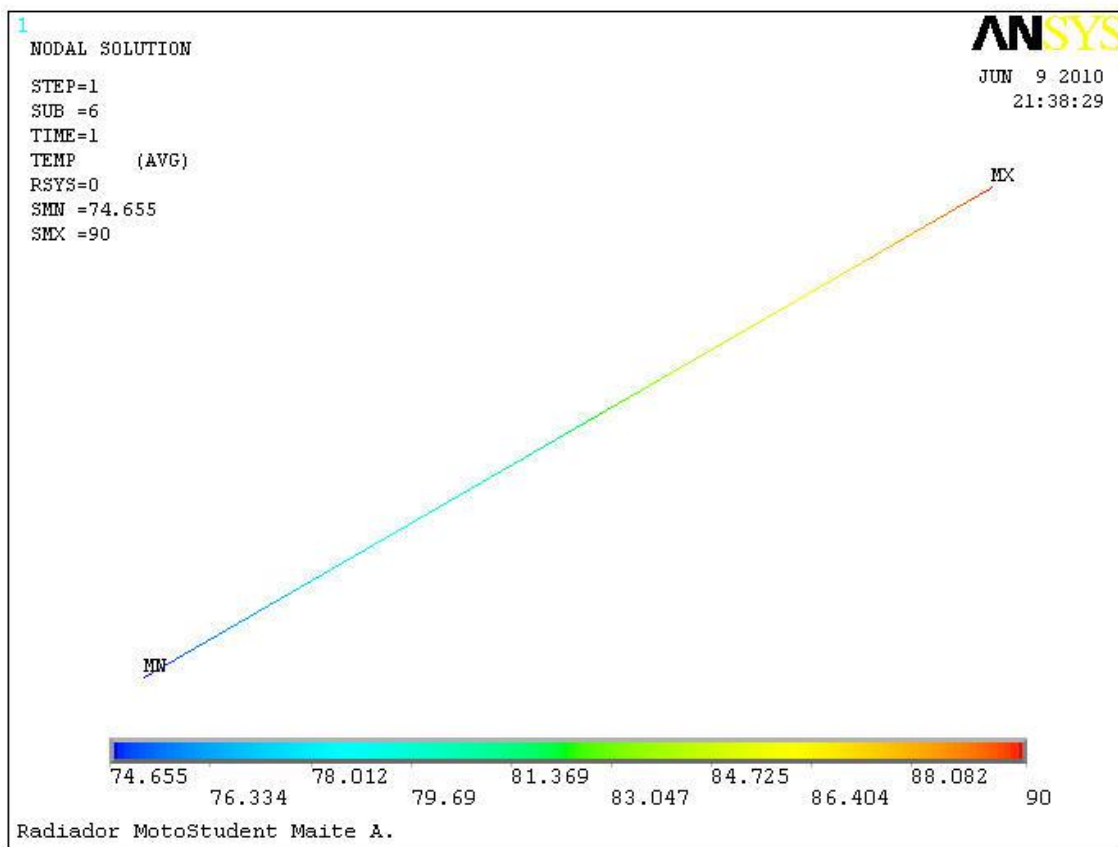


Se percibe muy bien el enfriamiento de las aletas, siendo mayor su temperatura en el contacto con el agua, enfriándose conforme se aproximan a la superficie. Esto se percibe por el cambio de color de las aletas, empezando en rojizo en el contacto con el conducto por el que pasa el agua, pasando por amarillo, y llegando a azul cuando las aletas están en contacto total con el ambiente.



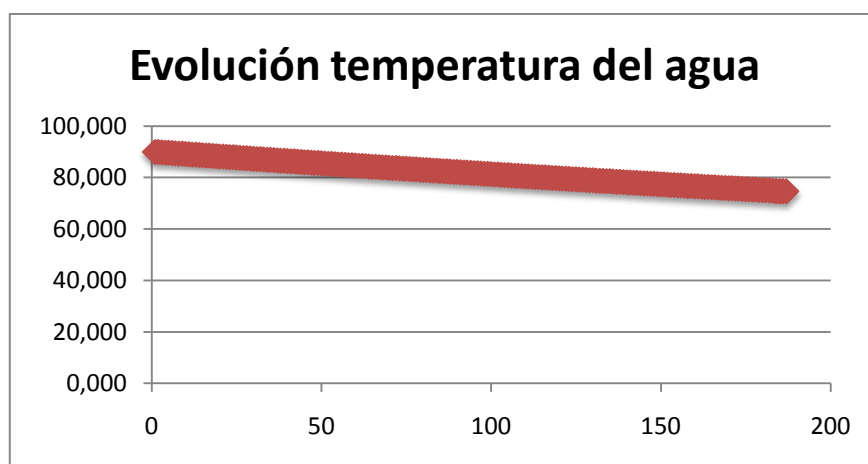


Lo más interesante para esta comprobación, es ver la evolución de las temperaturas del agua, ya que tratándose de un radiador de una motocicleta, es lo que más importancia tiene en este momento. Es lo que aparece a continuación.



Como punto de inicio hemos considerado una temperatura de 90 °C, y como bien se ve, obtenemos una temperatura de salida de 74,655 °C. Este dato es perfecto, ya que, como mínimo, el radiador debe permitir evacuar 10 °C, pero aquí se consigue una diferencia de temperatura entre la entrada y la salida de agua de 15 °C.

La variación de la temperatura del agua, conforma va pasando por el conducto, se observa en la siguiente gráfica:



Como se puede observar sigue una tendencia lineal, siendo, durante todo el conducto, la pérdida de calor constante.

Una vez conocida la diferencia de temperaturas entre la entrada y la salida de agua, se procede al cálculo de la potencia que disipa el radiador.

Sabiendo que:

$$\text{Potencia disipada por el radiador} = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Y dividiendo el caudal, 0,3683 Kg/s total, entre los 18 caudales de agua que tiene el radiador

Podemos calcular:

$$\text{Potencia disipada por el radiador} = (0,3683/18) \cdot 4180 \cdot (15) = \mathbf{1282,91 \text{ W}}$$

Una vez más el cálculo del radiador sale perfecto, por lo que según este programa informático, la elección del radiador ha sido la correcta.

## 7.4 Conclusiones

Una vez realizados los cuatro procedimientos para calcular la validez del radiador, podemos concluir que el resultado es correcto.

En todos los procedimientos se han obtenido buenos resultados, consiguiendo un radiador totalmente válido para la motocicleta en cuestión. Satisface las necesidades requeridas por el motor, el cual está enmarcado en este proyecto, así como las marcadas por el fabricante, respondiendo también, al estudio teórico realizado previamente.

Como conclusión final se puede decir, que según lo estudiado, este radiador está totalmente capacitado para funcionar perfectamente con la motocicleta, estando seguros de que va a dar buenos resultados durante su uso.

## **8 Conclusión**

El objetivo para el que se ha elaborado este proyecto se encuentra centrado en la puesta a punto de un motor de 2 tiempos que proporcione las óptimas prestaciones a una motocicleta de dos tiempos de 125cc, en vistas a la participación en la competición MotoStudent. Así, a lo largo del proyecto se han desarrollado los distintos pasos para ir consiguiendo que el motor proporcione la máxima potencia.

Para conseguir este objetivo ha sido necesaria la elaboración de una motocicleta-prototipo donde poder montar el motor y todos sus componentes, tubo de escape, carburador, radiador..., para luego montarla en un banco de pruebas. Allí se han realizado una serie de ensayos en los que se ha determinado qué combinación de elementos variables (chiclés, agujas...) era la mejor, es decir, con la que el motor proporcionaba la mayor potencia.

Por último se llevó a cabo la comprobación de la elección del radiador. En un principio estaba pensado el probarlo junto con todos los demás componentes durante las pruebas del motor, pero por culpa de una demora excesiva en el tiempo de entrega del mismo, tuvo que hacerse de otra manera.

Las comprobaciones se realizaron desde 4 puntos de vista diferentes, según lo que especificaba el fabricante, las necesidades de refrigeración del motor, desde un punto de vista teórico, y por último mediante un programa informático. Todas ellas proporcionaban resultados satisfactorios, por lo que la elección del radiador ha sido buena.

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 del equipo formado para la competición de MotoStudent, este ha sido mi cometido, la puesta a punto del motor. En un principio me resultó una tarea un tanto compleja, y con bastante responsabilidad en cuanto al resultado final de la respuesta de la motocicleta en la carrera. Sin embargo, una vez realizado, ha sido un trabajo totalmente gratificante, y bonito a la vez.

Durante mis estudios de Ingeniería, todo han sido fórmulas, cálculos, teorías, pero con la elaboración de este Proyecto Fin de Carrera, he podido llevar todo eso a la práctica. Con la realización de las pruebas del motor en el taller, he aprendido muchísimo, no sólo en el terreno mecánico, sino también en el del trabajo diario. He tenido que fabricar distintas piezas, además del tubo de escape, comprar componentes como el carburador o el silencioso, buscando en todo momento dónde y cómo conseguirlos, además de tener en cuenta precios y plazos de entrega, cómo lo que me encontraré en el día de mañana en el mundo laboral.

## 9 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 sa 1995
- HANDBOOK OF HEAT TRANSFER. Warren M. Rohsenow, James P. Hartnett, Young I. Cho. McGraw-Hill Handbooks. Third Edition.
- INGENIERÍA DE MOTOCICLETAS. Cesar Diaz de Cerio y José Sancho. Apuntes formativos.
- MÁQUINAS TÉRMICAS. Carlos María Sopena Serna. Apuntes formativos.
- TRANSMISIÓN DE CALOR. Pedro María Dieguez. Apuntes formativos.
- TRANSFERENCIA DE CALOR. Yunus A. Çengel. McGraw-Hill. Segunda edición.
- DESIGN AND SIMULATION OF TWO-STROKE ENGINES. Gordon P.Blair. Ed. SAE International.
- REGLAMENTO TÉCNICO. MotoStudent.
- REGLAMENTO FUNCIONAL. MotoStudent.
- 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)
- <http://www.motolab.net/>
- [www.potalmotos.com](http://www.potalmotos.com)

*“Puesta a punto de un motor de 2 tiempos”*

- [www.gasgasmotos.es](http://www.gasgasmotos.es)
- [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)
- [www.google.es](http://www.google.es)
- [www.motostudent.com](http://www.motostudent.com)
- [www.hohner.es](http://www.hohner.es)
- [www.ansys.com](http://www.ansys.com)



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO INDUSTRIAL

Título del proyecto:

PUESTA A PUNTO DE UN MOTOR DE 2 TIEMPOS

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

Maite Arbeloa Murillo

Pedro María Diéguez Elizondo

Pamplona, 25 de Junio de 2010

## ÍNDICE

<b>1. BREVE DESCRIPCIÓN DE LO PROYECTADO.....</b>	<b>2 -</b>
<b>2. REGLAMENTOS LEGALES DE APLICACIÓN AL PROYECTO.....</b>	<b>3 -</b>
<b>2.1 REGLAMENTO FUNCIONAL MOTOSTUDENT.....</b>	<b>3 -</b>
<b>2.2 REGLAMENTO TÉCNICO MOTOSTUDENT.....</b>	<b>4 -</b>
<b>2.3 LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.....</b>	<b>5 -</b>
<b>2.4 REAL DECRETO 1215/1997.....</b>	<b>6 -</b>
<b>2.5 NORMATIVA DE SEGURIDAD.....</b>	<b>6 -</b>
<b>3. CONDICIONES TÉCNICAS QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES.....</b>	<b>7 -</b>
<b>4. PRUEBAS DE RECEPCIÓN DE MATERIALES.....</b>	<b>8 -</b>
<b>4.1 TUBO DE ESCAPE.....</b>	<b>8 -</b>
<b>5. CONDICIONES DE SEGURIDAD.....</b>	<b>10 -</b>
<b>5.1 LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.....</b>	<b>10 -</b>
<b>5.2 REAL DECRETO 1215/1997.....</b>	<b>12 -</b>
<b>5.3 PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE.....</b>	<b>13 -</b>

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

Con la realización de este proyecto lo que se ha pretendido es poner a punto el motor Gas- Gas de dos tiempos de 125cc, verificando el buen funcionamiento del tubo de escape fabricado y del carburador elegido. Otro aspecto que se desarrolla en este proyecto es la comprobación de la elección del radiador. El motivo de la elaboración de este proyecto reside en la participación en la competición de MotoStudent, en la que debe diseñarse y construirse una motocicleta de competición de 125cc y de dos tiempos. De ahí, que este proyecto se centre en la puesta a punto del motor y en el diseño del radiador.

En la realización de este proyecto lo que se ha buscado en todo momento es conseguir que el motor proporcione la máxima potencia, con los elementos disponibles. Para ello, se diseñó un tubo de escape, se fabricó a medida y se compró el carburador que parecía ser el mejor según las necesidades del motor. Se hicieron las pruebas del motor en un banco de pruebas de potencia inercial. Al ser el banco inercial, se tuvo que fabricar un prototipo de moto, donde montar el motor para realizar las pruebas.

Una vez realizado el prototipo, se realizaron todas las pruebas posibles, realizando distintas combinaciones entre los elementos variables. Estos eran los chicle de alta y baja del carburador, tamaño y posición de la aguja del carburador, la boquilla del tubo de escape, avance al encendido. Con todo ello se consiguió una combinación que proporcionaba los mejores resultados de potencia, par y velocidad.

Por último se hizo un estudio del radiador elegido para la moto. Se comprobó desde distintas perspectivas la validez del mismo para ser instalado en la motocicleta.



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

### **2.1 Reglamento funcional MotoStudent**

Al tratarse de un proyecto enmarcado dentro de la competición de MotoStudent, el desarrollo del mismo se encuentra sujeto a las restricciones y exigencias establecidas en el “Reglamento Funcional” del que consta la competición. Por ello, es imprescindible tener en cuenta, a la hora de diseñar cualquier elemento de la motocicleta, y en este caso, la puesta a punto del motor, la normativa impuesta por la organización. En este reglamento se recogen las bases de la competición de MotoStudent, que se comentan a continuación:

#### **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.

## 2.2 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 limitaciones y obligaciones que deben cumplir cada una de las partes de que consta la motocicleta a diseñar a lo largo de toda la competición, aunque en este caso sólo se trate de la puesta a punto del motor y del diseño del radiador. 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 a la puesta a punto del motor y al radiador 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 mono cilíndrico 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 ESCAPE

Respecto al sistema de escape, éste es de libre elección siempre que cumpla con los requerimientos dimensionales generales de la motocicleta y con la normativa de sonoridad.

## 5. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

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

## 6. 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.

### **2.3 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 ésta 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 5.1 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.

## **2.4 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 5.2 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.

## **2.5 Normativa de sonoridad**

Uno de los requisitos que debe cumplir la motocicleta para que sea validada por la competición de MotoStudent, reside en la sonoridad de la misma.

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.

### **3. CONDICIONES TÉCNICAS QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES**

Dentro de todos los elementos necesarios para la puesta a punto del motor, el único que se va a fabricar específicamente para esta misión va a ser el tubo de escape. El resto de elementos van a ser comprados.

Los materiales que constituyen el sistema de escape han de cumplir una serie de condiciones técnicas de modo que permitan, al tubo de escape, desempeñar la función para la que ha sido diseñado e incluso faciliten dicha función. Así, las condiciones que deben cumplir estos materiales se derivan de la función que ha de desempeñar el elemento que fabrican. Con estos materiales se construye el conducto de escape y las distintas uniones que posee el escape para su sujeción a la moto a través del batidor, de modo que los materiales deben:

- Poseer una superficie completamente lisa, libre de rugosidades, ondulaciones, defectos superficiales como grietas, orificios,... Estas condiciones deben cumplirse, sobre todo, respecto a la zona que constituye la superficie interior del tubo de escape, ya que la presencia de estos defectos puede provocar turbulencias en las ondas de escape que desemboquen en un efecto perjudicial para el comportamiento del motor.
- Presentar gran resistencia a las variaciones de temperatura, prestando especial atención a las temperaturas altas, por lo que su punto de fusión deberá ser, relativamente alto. Esto es así debido a que con este material se va a fabricar un tubo destinado a que por su interior circulen los gases de escape resultantes del proceso de combustión y en consecuencia que van a encontrarse a elevada temperatura.
- Ser un material soldable, ya que el tubo de escape se encuentra constituido por varios tramos de distintas formas (cono, cilindro,...) cuya unión se realiza mediante soldadura. Ello implica que la soldadura entre los diferentes elementos sea buena sin defectos como grietas, rebabas,...
- No ser frágil, ya que al constituir una parte desprotegida de la moto en cualquier caída o movimiento puede sufrir fuertes golpes que debe ser capaz de soportar.
- Presentar una gran resistencia a los esfuerzos y tensiones, ya que con este material se van a fabricar las uniones del tubo de escape con el bastidor y en consecuencia, van a tener que soportar las vibraciones, deformaciones y esfuerzos transmitidos por el bastidor.
- Poseer un buen aspecto superficial, aunque no es imprescindible, pero si aconsejable, ya que es una de los elementos visibles de la moto.
- Ser resistente a la corrosión y a la formación de óxido, ya que se encuentra en contacto continuo con las condiciones ambientales.

## 4. PRUEBAS DE RECEPCIÓN DE MATERIALES

Con el prototipo de sistema de escape fabricado y recibido, deberá ser sometido a inspección, para comprobar que presenta las características deseadas y el resultado de la fabricación es correcto.

En esta ocasión no se trata de lotes de producto, sino del encargo de un único producto. 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 no podrían utilizarse.

### 4.1 Tubo de escape

Una vez recibido 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 encuentra fabricado, 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 a el/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.

## **5. 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.

### **5.1 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.

## **5.2 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.

### **5.3 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.



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO INDUSTRIAL

Título del proyecto:

PUESTA A PUNTO DE UN MOTOR DE 2 TIEMPOS

## ANEXOS

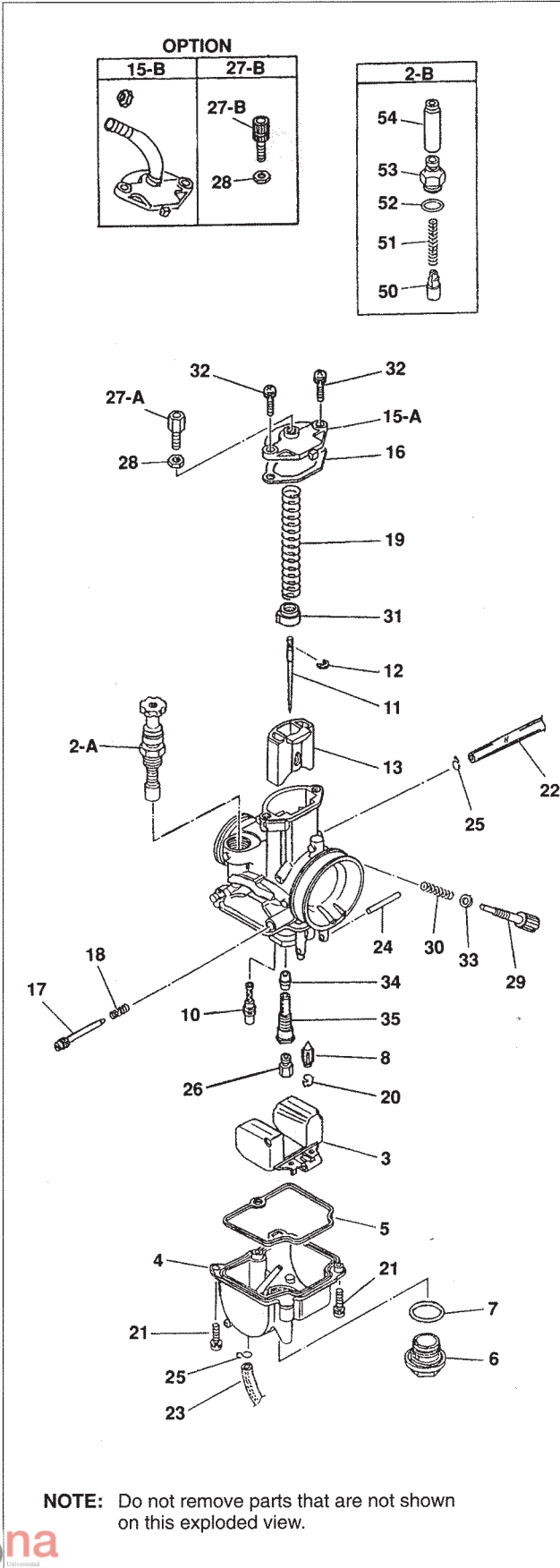
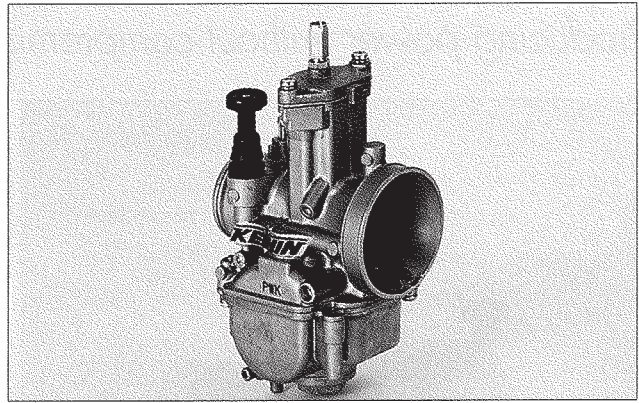
Maite Arbeloa Murillo

Pedro María Diéguez Elizondo

Pamplona, 25 de Junio de 2010

# PWK 28 Carburetor Exploded View

# PWK 28 Carburetor Parts List

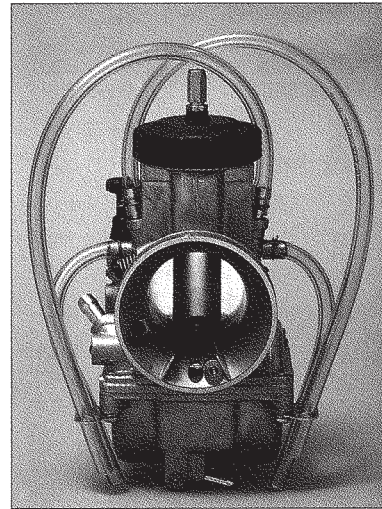
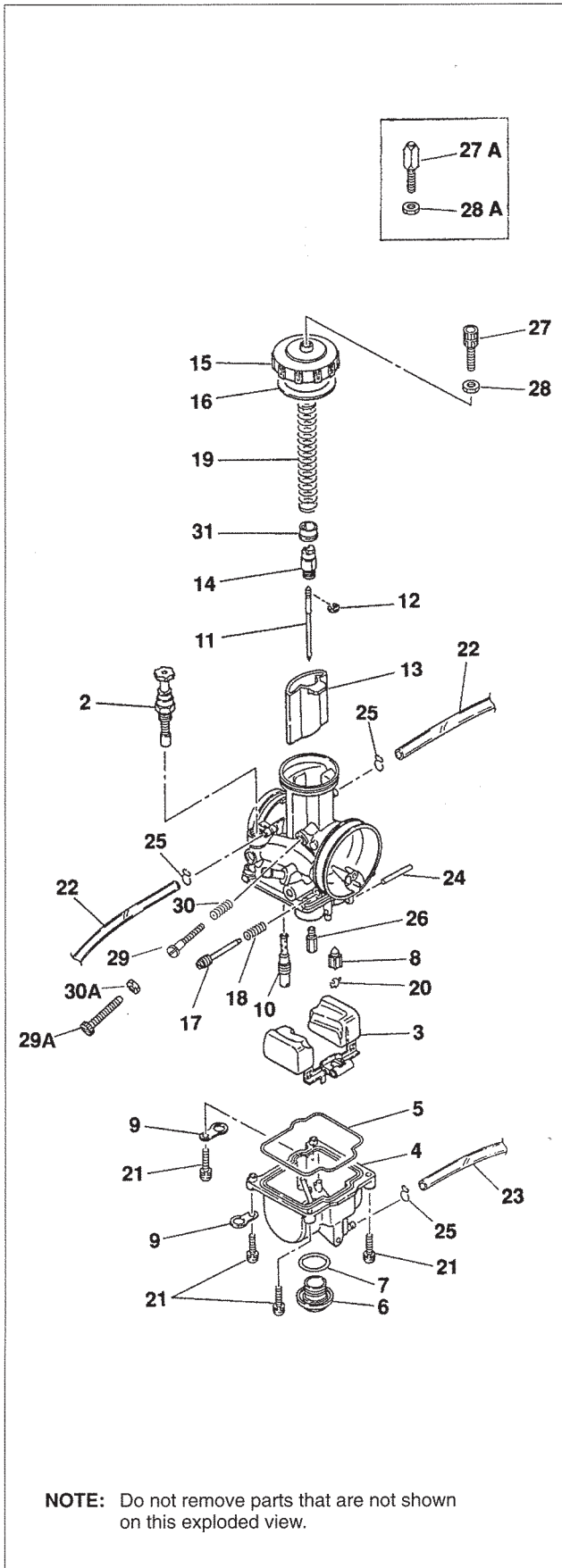


No.	DESCRIPTION	PART NO.
2A	Starter Valve Comp.	1166-818-2100
2B	Starter Valve Comp.	SEE ASTERISKED NO.
3	Float	W1310-080-9901
4	Float Bowl Comp.	N350-03A00
5	Gasket, Float Bowl	W1354-042-9900
6	Plug Screw	16162-ND4-7511-M1
7	O-Ring, Plug Screw	16173-001-0040
8	Float Valve Comp.	W1362-020-9901
10	Slow Jet	N424-21xxx
11	Jet Needle	N427-46xxx
12	Clip, Jet Needle	16115-169-0040
13	Throttle Valve	N502-52x00
15a	Top	1030-844-2000
15B	Top	1030-843-2200
16	Gasket, Top	1202-837-2000
17	Air Adjust Screw	W1446-231-9900
18	Spring, Air Adjust	W1711-416-9900
19	Spring, Throttle	1290-921-2000
20	Clip, Float Valve	0405-013-1000
21	Screw, Float Bowl	N114-04163
22	Bowl Vent Pipe	W9404-40090
23	Overflow Pipe	95003-07042-31
24	Float Pin	w9525-25250
25	Clip	W9535-35000
26	Main Jet	99101-357-xxx0
26A	Main Jet (SDGAA)	99101-393-xxx0
27A	Cable Adjuster	W9581-59250
27B	Cable Adjuster	1036-804-2000
28	Nut, Cable Adjuster	W1793-130-9900
29	Idle Adjuster	1034-831-2000
30	Spring	1290-923-2000
31	Collar, Th. Spring	1022-805-7000
32	Screw, Top	N114-04140
33	Washer	0301-078-1200
34	Needle Jet	16164-169-0040
35	Needle Jet Holder (SDGAA)	N413-11A00
35A	Needle Jet Holder	N413-12A00
*50	Starter Valve	W1275-028-9901
*51	Spring	1290-922-2000
*52	O-Ring	0901-069-6000
*53	Cable Holder	W1551-140-9900
*54	Cap	16118-166-0040

**NOTE:** Ask dealer for details if you see xxx-xxx on part numbers.

If you see "SDGAA" on your carburetor's stamped portion, your main jet and needle jet holder has to be 26A and 35.

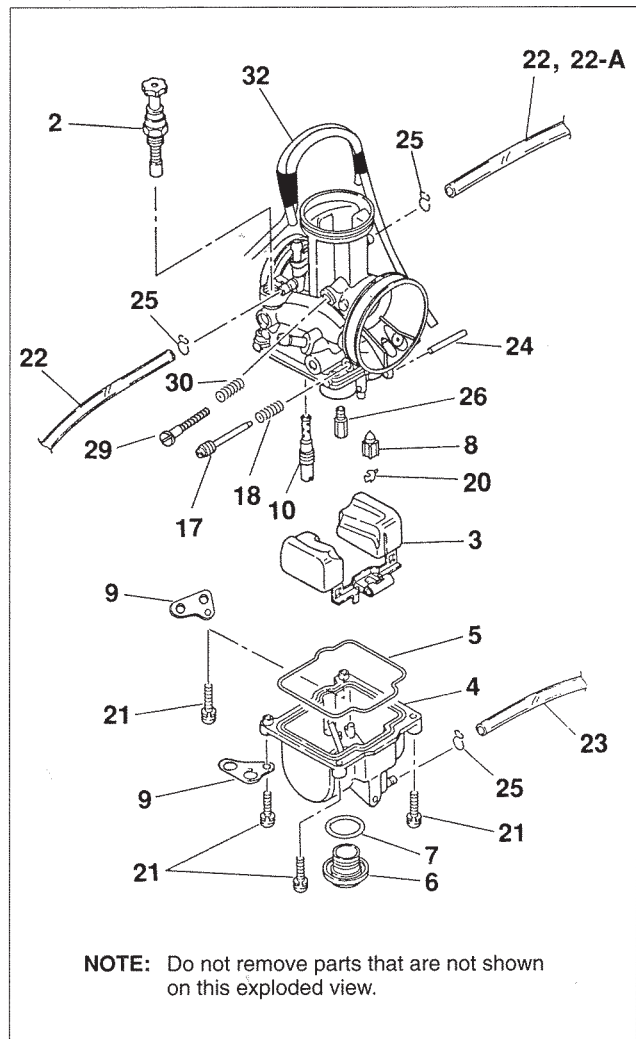
# PWK 33, 35, 36, 38, 39 Carburetor Exploded View



PWK 38, Quad vents/Airstriker

## Quad Vents/Air Strikers

\* See parts number 11, 12, 14, 15, 16, 19, 27, 28, 31 from next drawing.



# PWK 33 – 39 Carburetor Parts List

	DESCRIPTION	CARB. SIZE	QUAD VENT				QUAD VENT	QUAD VENT
			PWK33	PWK35	PWK38 & 39	PWK36	AIR STRIKERS	AIR STRIKERS
						PWK35	PWK38	
2	STARTER VALVE COMP.	1166-818-2101	<-----	<-----	<-----	<-----	<-----	
3	FLOAT	W1310-079-9921	<-----	<-----	<-----	<-----	<-----	
4	FLOAT BOWL COMP	W1350-311-9910	<-----	<-----	<-----	<-----	<-----	
5	GASKET FLOAT BOWL	16163-ND4-7510-M1	<-----	<-----	<-----	<-----	<-----	
6	PLUG SCREW	16162-ND4-7511-M1	<-----	<-----	<-----	<-----	<-----	
7	O-RING PLUG SCREW	16173-001-0040	<-----	<-----	<-----	<-----	<-----	
8	FLOAT VALVE COMP.	1062-814-2101	<-----	<-----	<-----	<-----	<-----	
9	ANCHOR PLATE Old No.	16179-428-6710-M1 (16179-428-6711-m1)	<-----	16179-428- 6710-M1	16179- KZ4-6900	16179- KZ4-6900	<-----	
10	SLOW JET	N424-21XXX	<-----	<-----	<-----	<-----	<-----	
11	JET NEEDLE	N427-48XXX	<-----	<-----	<-----	<-----	<-----	
12	CLIP JET NEEDLE	16115-169-0040	<-----	<-----	<-----	<-----	<-----	
13	THROTTLE VALVE	N502-15XXX	<-----	N502-17X00	<-----	N502-15X00	N502-17X00	
14	CABLE HOLDER	1101-804-2001	<-----	<-----	<-----	<-----	<-----	
15	TOP	1030-840-2001	<-----	<-----	<-----	<-----	<-----	
16	GASKET	16110-ND5-7610-M1	<-----	<-----	<-----	<-----	<-----	
17	AIR ADJUST SCREW	W1446-231-9900	<-----	<-----	<-----	<-----	<-----	
18	SPRING	W1711-416-9900	<-----	<-----	<-----	<-----	<-----	
19	SPRING THROTTLE	1290-917-2001	<-----	1290-920- 2001	<-----	1290-917- 2001	1290-920- 2000	
20	CLIP, FLOAT VALVE	0405-019-1000	<-----	<-----	<-----	<-----	<-----	
21	SCREW, FLOAT BOWL Old No.	N114-04163 (N114-04160)	<-----	<-----	<-----	<-----	<-----	
22	BOWL VENT PIPE	95003-07042-31	<-----	95003- 07048-31	95003- 07042-31	95003- 07048-31	<-----	
22A	BOWL VENT PIPE	N/A	N/A	N/A	0803-805- 2001	N/A	N/A	
23	OVERFLOW PIPE	95003-05033-31	<-----	<-----	<-----	<-----	<-----	
24	FLOAT PIN	W9525-25250	<-----	<-----	<-----	<-----	<-----	
25	CLIP	W9535-35000	<-----	<-----	<-----	<-----	<-----	
26	MAIN JET	99101-357-XXX0	<-----	<-----	<-----	<-----	<-----	
27	CABLE ADJUSTER	1036-804-2000	<-----	<-----	<-----	<-----	<-----	
27A	CABLE ADJUSTER	W9581-59250 (25mm)	<-----	<-----	<-----	<-----	<-----	
27B	CABLE ADJUSTER	W9581-59200 (20mm)	<-----	<-----	<-----	<-----	<-----	
28	NUT CABLE ADJUSTER	0208-007-1100	<-----	<-----	<-----	<-----	<-----	
28A	NUT CABLE ADJUSTER	W1793-130-9900	<-----	<-----	<-----	<-----	<-----	
29	IDLE ADJUSTER (PLASTIC)	1034-853-2000	<-----	<-----	<-----	<-----	<-----	
29A	IDLE ADJUSTER (BRASS)	N/A	1034-826- 2002	1034-826- 2002	N/A	N/A	N/A	
30	SPRING	1290-963-2000	<-----	<-----	<-----	<-----	<-----	
30A	NUT	N/A	94002- 0508-OS	<-----	N/A	N/A	N/A	
31	COLLAR	1118-A35-7000	<-----	<-----	<-----	<-----	<-----	
32	BOWL VENT PIPE COMP (FOR QUAD VENT)	N/A	N/A	N/A	1699-KZ3- 6900	<-----	<-----	



## BANCO DE PRUEBAS

**DATA:** 30-jun-09    **Nº MOTOR:** EC 125 08    **FICHA Nº:** EC12508Ms

Serie de motores montados para Motorstuden 06/09

<b>COMPRESIÓN:</b> 7,5 bar	<b>ANCHO CORONA</b>	<b>SQUIHS</b>	<b>ANGULO</b>	<b>INTERF.</b>
En frío, sin acelerador, desde pedal.	6,7 mm.	1,9 mm.	0°	2,8 mm.

**CULATA:** Modelo 2008

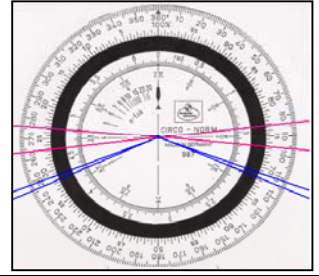
<b>DIÁMETRO:</b> 53,95 mm.	<b>CARRERA:</b> 54,5 mm.	<b>CILINDRADA:</b> 124,58 cc.	<b>L.BIELA:</b> 105 mm.
----------------------------	--------------------------	-------------------------------	-------------------------

<b>PISTÓN:</b> Vertex plano	<b>ARO:</b> 1mm. 2,25 mm.	<b>CENTRIFUGO INICIA</b>	
<b>CONJUNTO:</b> 155 gr.	<b>PRECARGA:</b>		rpm: 5900
<b>PESO:</b> 121 gr.	5 mm. 7,35Kg	hz.: 110	
<b>SUP.PLANA:</b> 2284,82 mm <sup>2</sup> .	10 mm. 14,7Kg	<b>TOTALMENTE ABIERTO</b>	
<b>CONICIDAD:</b> 0,02 mm.	<b>COEFICIENTE K:</b>	rpm: 6080	
<b>ANGULO:</b> 0°	1,47 kg/mm.	hz.: 112	
<b>ALT.VISEL:</b> 20,5 mm.	<b>LARGO MÁXIMO-MÍNIMO:</b>	<b>Ø ESPIRAS</b>	<b>ESPIRAS</b>
<b>INTERFERENCIA:</b> 0,05 mm. +/- 0,01	17,2 mm.-10 mm.	2,7	3,5

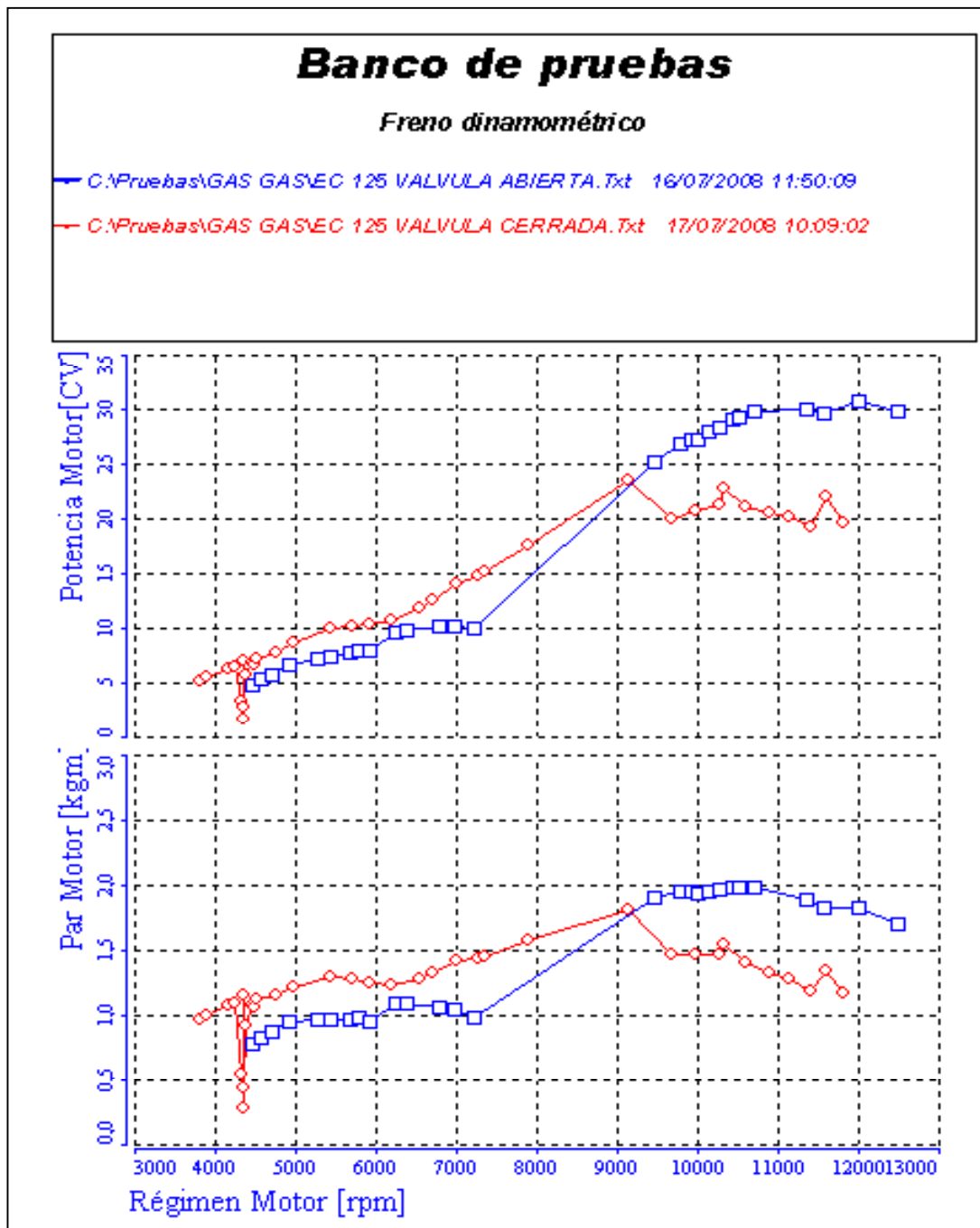
<b>CARRERA COMPRESIÓN</b>	<b>VOLUMEN INICIAL R.C</b>	<b>VOLUMEN FINAL R.C</b>	<b>RELACIÓN COMPRESIÓN</b>
27,95 mm.	76,29 cc.	12,4 cc.	6,15 A-1
33,65 mm.	89,32 cc.	12,4 cc.	7,2 A-1

LUMBRERAS	M.D. Grados	PERMANEN. Grados	D.P.M.S. m.m.	ALTURA m.m.	ANCHO m.m.	PORCENTAJE DEL DIÁMETRO	ANGULO DEL CILINDRO
ESCAPE MÁX.	84	192	27,95	26,61	26 + 26	%	°
ESCAPE MIN	95 - 97	168	33,65	20,85	26 + 26	48,19	58,44
	R - L					---	---
<b>BÚSTER:</b>	---	---	---	---	---	---	---
<b>LATERAL 1º:</b>	112 -111	137	40,34	14,16	19,8	---	---
<b>LATERAL 2º:</b>	111	138	40,14	14,36	19	---	---
<b>TERCERA:</b>	---	---	---	---	---	---	---
<b>SÉPTIMA:</b>	113 -114	136	41,12	13,38	10 + 10	---	---

<b>ESCAPE MÁX</b>	<b>T.S.L.</b>					<b>T.S.L.</b>	<b>T.S.L.</b>
<b>BLOWDOWN:</b>	seg/m.m2/c.c.	38,82	19,41	12,94	9,7	<b>14,7</b>	<b>15,5</b>
27°	R.P.M.	3000	6000	9000	12000	7900 rpm	7500 rpm
<b>ESCAPE MIN</b>	<b>T.S.L.</b>					<b>T.S.L.</b>	<b>T.S.L.</b>
<b>BLOWDOWN:</b>	seg/m.m2/c.c.	26,78	13,39	8,93	6,69	<b>14,7</b>	<b>15,5</b>
16°	R.P.M.	3000	6000	9000	12000	5450 rpm	5200 rpm
<b>RELACIÓN</b>							
<b>SUP.AREA</b>							
A-1							
<b>CAJA DE LAMINAS:</b>		<b>VFORCE3</b>					
<b>ESPEJOR:</b>	0,47 mm.	<b>V302 AG602 A</b>					
<b>CARBURADOR:</b>		<b>KEIHIN PWK AS3 O W I 2 Ø 38 mm.</b>					
	<b>COMPUERTA</b>	<b>AGUJA</b>	<b>PRINCIPAL</b>		<b>BAJA</b>		<b>PUNZÓN</b>
<b>SERIE:</b>	8	NO71	180		45		38
<b>MODIFICACIÓN</b>		CHN	100 - 172 - 178 - 182		35 - 48 - 52		
<b>ENCENDIDO: KOKUSAN FP 8050</b>					<b>BOBINA: KOKUSAN IG 3834 0808006</b>		
<b>M. INERCIA</b>	<b>P. ROTOR:</b>	<b>AVANCE INICIAL A.P.M.S.</b>		<b>BUJÍA:</b>		<b>PIPA: 4.950 Ω</b>	
14,3	0,89	0 m.m.	0°	DENSO W24ESR-U 4033		<b>PRIMARIO: 4 Ω</b>	
<b>Kg. · Cm 2</b>	<b>Kg.</b>	<b>DURACIÓN DIENTE:</b>		24° - 4 mm. DPMS		<b>SECUNDARIO: 6.170 Ω</b>	
<b>CIGÜEÑAL:</b>	<b>MUÑÓN - BULON</b>		<b>MONTADO:</b>	<b>DIÁMETRO:</b>	<b>BIELA:</b>	<b>DIÁMETROS:</b>	<b>PESO:</b>
1107 Kg.	22 mm	15 mm.	2452Kg.	94 mm.	105 mm.	30 - 20	151 gr.
1041 Kg.	126 gr.	32 gr.	<b>J. BASE:</b>	0,80 mm.		<b>CENTRO:</b>	0,3 mm.
<b>ALT.BASE: 69,5 mm.</b>		<b>ENCUADRADO:</b>			<b>ALINEACIÓN:</b>		
<b>VOLUMEN CARTER:</b>		<b>R.C.P.:</b>		<b>RETENES:</b>		<b>RODAMIENTOS:</b>	
389 cc.		1,32 A-1		TCJ 20 35 6 / 6,5		66/22/HN3C405MVR311	
				TB2J 32 40 6,6		66/22/HN3C405MVR311	
<b>ESCAPE:</b>						<b>MATERIAL :</b>	
<b>LP</b>	70,8 mm	<b>D1</b>	43 mm				
<b>L01</b>	147 mm	<b>D4</b>	114,6 mm				
<b>L12</b>	343 mm						
<b>L23</b>							
<b>L34</b>		<b>D5 Int.</b>	22,5 mm				
<b>L45</b>	65 mm	<b>D5 Ext.</b>	25,5 mm				
<b>L56</b>	220 mm	<b>LT</b>	996 mm.				
<b>L67</b>	150 mm						



Primaria	19	63	Relación	3,31579			
1ª	13	30	" "	2,30769	7,65182	0,13069	
2ª	15	28	" "	1,86667	6,18947	0,16156	
3ª	17	26	" "	1,52941	5,07121	0,19719	
4ª	21	27	" "	1,28571	4,26316	0,23457	
5ª	23	26	" "	1,13043	3,74828	0,26679	
6ª	24	24	" "	1	3,31579	0,30159	



Velocidad de pistón: 7500 rpm = 13,6 m/s - 10500 rpm = 19 m/s - 12000 rpm = 21,8 m/s

DATA: 30-jun-09    Nº MOTOR: EC 125 08    FICHA Nº: EC12508Ms

**ÍNDICE**

1. OBJETIVO DE LA COMPETICIÓN .....	2
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.....	5
4.5. Cumplimiento del reglamento.....	5
4.6. Violación de las normas del reglamento .....	5
4.7. Impugnación a otros vehículos.....	1
4.8. Cambios en la reglamentación.....	6
5. NORMATIVA SOBRE LOS EQUIPOS .....	7
5.1. Requisitos individuales de los participantes.....	7
5.2. Requisitos de los equipos .....	7
5.3. <b>Mentor</b> e Tutor del equipo. Representantes oficiales de los equipos .....	7
5.4. Aspectos federativos .....	7
5.5. Seguros .....	8
5.6. Asistencia externa a los equipos Universitarios.....	8
5.7. Número de equipos participantes.....	8
6. INSCRIPCIÓN .....	9
6.1. Cuotas de inscripción .....	9
6.2. Formalización de la inscripción .....	9
ANEXO A: DESCRIPCION DE LAS PRUEBAS.....	10
A.1. Fases previas a las jornadas competitivas .....	10
A.2. Fase MS1.....	10
A.2.1. Demostración del prototipo.....	10
A.2.2. <b>Presentación</b> del proyecto industrial.....	11
A.2.3. Jurados .....	11
A.2.4. Premios.....	11
A.3. Fase MS2.....	12
A.3.1. Pruebas de seguridad en banco.....	12
A.3.2. Evaluación de prestaciones.....	12
A.3.3. Carrera.....	12
A.3. Premios .....	13

## **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 cm<sup>3</sup>, 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. 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 “panel”, inspecciones técnicas, demostraciones dinámicas, etc. 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 MS1 en la 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.

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. Las pruebas y su valoración se encuentran definidos en el ANEXO mencionado.

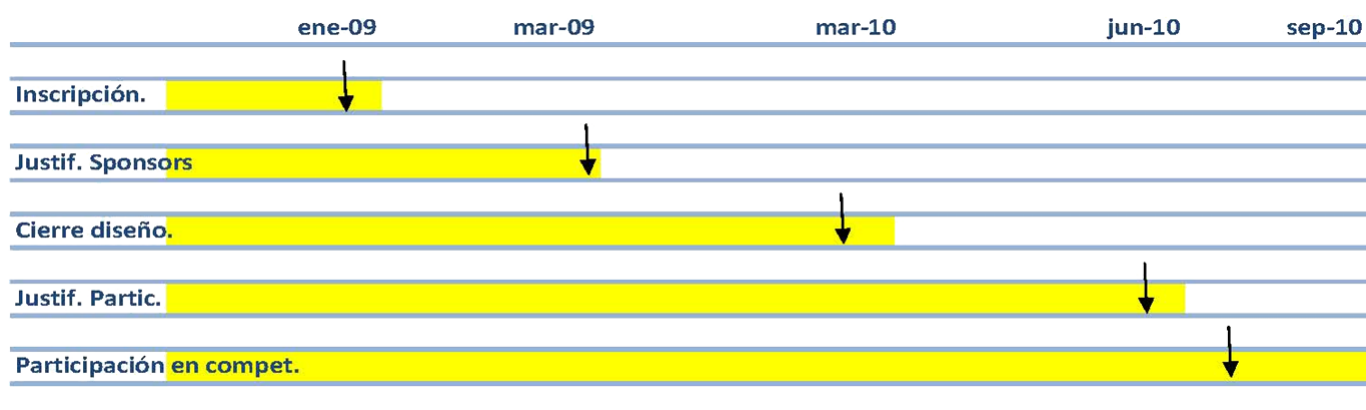
Niveles a superar por los equipos participantes:

	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.



## 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.

### 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.

### 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 equipos**

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. No obstante, deberá presentar una fianza previa 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.

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.

#### **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 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, más

aun, cuando las pruebas dinámicas serán realizadas por pilotos externos a los equipos y elegidos por la organización.

### **5.5. Seguros**

Las universidades inscritas deberán integrar el trabajo realizado en el currículum 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.

### **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 2009-10 se establece en 30 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€ más IVA por estudiante integrante del equipo.

Las tasas de inscripción deberán ser abonadas a la organización de MOTOSTUDENT antes de finalizar el primer mes de Enero de la competición, que se establece con carácter bianual.

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.

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 rellenando los documentos que se encuentran en la pestaña de equipos /winchill de la pagina web motostudent.

- ✓ Doc MS\_2009-01. Miembros del equipo.
- ✓ Doc MS-2009-02. Constitución del equipo.
- ✓ Doc MS\_2009-03. Carta de oficialización del equipo.
- ✓ Doc MS\_2009-04. Imagen copia de ingreso.
- ✓ Doc MS\_2009-05. Imagen copia de seguro.
- ✓ Doc MS- 2009-06. Solicitud de sistema CAD.

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 A: DESCRIPCION 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.1. 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 patrocinadores. 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 página web y esta justificación debe presentarse antes del 1 de Abril del 2009. Tras esta justificación, al mes siguiente los equipos recibirán los componentes reglamentarios.
- ✓ Presentación de diseño cerrado. Antes del 31 de Marzo del 2010 los equipos participantes presentaran a la organización información gráfica 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 específico 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 gráfica. Como es lógico se pueden aceptar modificaciones pero no de carácter sustancial.

El incumplimiento de estos hitos acarrea la separación de la competición.

### A.2. Fase MS1

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.2.1. Demostración del prototipo

Los grupos presentarán un prototipo para que sea revisado por los inspectores conforma los aspectos dimensionales y de seguridad que indica el reglamento técnico.

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.2.2. Presentación del proyecto industrial

El proyecto industrial será defendido ante un jurado de expertos elegidos por la organización y deberá contener la información siguiente:

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.

- ✓ Diseño del vehículo (150 puntos).
- ✓ Análisis y cálculos técnicos (175 puntos).
- ✓ Definición del sistema de fabricación e industrialización (175 puntos).
- ✓ Análisis de costos del desarrollo del prototipo y proceso industrial de fabricación de la serie (100 puntos).

Cada apartado del proyecto industrial de los distintos equipos se presentará ante un mismo jurado de expertos, elegidos por la organización.

Para la exposición de cada apartado los equipos designaran uno o dos alumnos diferentes.

### A.2.3. 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, tanto para esta categoría como la categoría MS2.

Los jurados se establecerán por temáticas., un jurado de Diseño, otro de Análisis y Cálculos técnicos, otro de Definición del sistema de fabricación e industrialización y otro de Costes.

La evaluación del jurado será inapelable.

### A.2.4. Premios

Se otorgarán premios a:

- ✓ Al mejor proyecto industrial que incluirá una mención a la mejor innovación o aplicación técnica (Todas las fases).

El premio será de 6000€ con trofeo para el equipo y un "stage" para integrantes del equipo en empresas industriales del sector o empresas de competición.

- ✓ Dos accésits de 3000€ a:

Mejor diseño.

Mejor innovación tecnológica.

**A.3. Fase MS2**

La fase MS2 es una fase de validación experimental en la que las motos prototipo de los equipos participantes que hayan superado la Fase MS1 deberán demostrar su calidad de actuación superando distintas pruebas en banco y en circuito.

**A.3.1. 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.3.2. Evaluación de prestaciones**

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 en una vuelta al circuito.

Cada moto será probada por un mínimo de tres pilotos, los cuales evaluarán:

- ✓ Capacidad de frenada (80 puntos)
- ✓ Capacidad de aceleración (80 puntos)
- ✓ Maniobrabilidad (80 puntos)
- ✓ Estabilidad (80 puntos)
- ✓ Velocidad punta (80 puntos)

La organización facilitará a los equipos piloto, circuito y tiempo de prueba limitado para la puesta a punto de la moto previo a la prueba de evaluación de prestaciones.

Los probadores serán designados por la organización de la prueba y su resolución será inapelable. Como consecuencia de la evaluación conjunta de sus prestaciones, se establecerá una clasificación de las motos. Si alguna de las motos no supera el 25% de la puntuación máxima en alguna de las capacidades valoradas se considerara no apta para la carrera.

**A.3.3. Carrera**

Las motos que hayan superado la prueba anterior, participarán en una carrera de velocidad en circuito.

Esta prueba tendrá carácter competitivo con una valoración en el computo de las pruebas dinámicas según la siguiente tabla de puntuación:

Posición	Puntos
1º	100
2º	90

Posición	Puntos
5º	76
6º	72

Posición	Puntos
9º	60
10º	57

Posición	Puntos
13º	48
14º	45

3º	85
4º	80

7º	68
8º	64

11º	54
12º	51

15º	42
16º al 30º	40

El equipo que no termine la carrera obtendrá 0 puntos por este concepto.

Para entrar en la puntuación los equipos que terminen deberán haber recorrido al menos el 50% de las vueltas recorridas por el primer clasificado.

Las motos se pilotarán por pilotos de categoría promoción seleccionados por la organización y sorteadas entre ellos.

Para facilitar la puesta a punto de la moto se facilitaran dos tandas de entrenamiento sin valor clasificatorio, cuyo desarrollo se comunicara oportunamente por parte de la organización.

La carrera se llevara a cabo sobre una longitud mínima de 45 km. La organización establecerá según el caso el número de vueltas o duración de la carrera. En el circuito de velocidad de ALCANIZ será de 8 vueltas.

El orden de la parrilla de salida se establecerá según la clasificación obtenida en la categoría MS1, de forma que el equipo con mejor puntuación ocupará el primer puesto de la parrilla. En caso de empate el orden de parrilla se establecerá por sorteo.

### A.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 .....	4
3. REQUERIMIENTOS GENERALES DE DISEÑO .....	5
3.1. Dimensiones .....	5
3.2. Pesos .....	5
4. CICLÍSTICA .....	6
4.1. Bastidor .....	6
4.2. Suspensiones .....	6
4.2.1. Suspensión delantera .....	6
4.2.2. Suspensión trasera .....	6
4.3. Dirección .....	6
4.3.1. Diseño .....	6
4.3.2. Amortiguador de dirección .....	7
4.4. Sistema de frenos .....	7
4.4.1. Freno delantero .....	7
4.4.2. Freno trasero .....	7
4.5. Estriberas .....	7
4.6. Manillar .....	7
4.7. Basculante .....	8
4.8. Llantas y neumáticos .....	8
4.9. Protecciones para caídas .....	8
5. CARENADOS .....	9
5.1. Restricciones dimensionales .....	9
5.2. Seguridad .....	9
6. MOTOR .....	10
6.1. Tipo .....	10
6.2. Características .....	10
6.3. Cilindro .....	10
Caja de láminas: no se permite su modificación. En caso de rotura se permite el recambio original .....	10
6.4. Culata .....	10
6.5. Cáster .....	10
6.6. Caja de cambios .....	10
6.7. Transmisión secundaria .....	10
6.8. Embrague .....	10
6.9. Acelerador .....	11
7. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE .....	12
7.1. Carburador / Inyección .....	12
7.2. Depósito de combustible .....	12
7.3. Conductos de combustible .....	12
7.4. Sistema de llenado .....	12
7.5. Tipo de combustible .....	12

8. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN .....	13
8.1. Refrigeración interna del motor .....	13
8.2. Radiador .....	13
8.3. Líquidos refrigerantes.....	13
9. SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE .....	14
9.1. Conductos de admisión.....	14
9.2. Airbox .....	14
9.3. Sistemas de sobrepresión.....	14
10. SISTEMA DE ESCAPE .....	15
11. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	16
11.1. Cableado .....	16
11.2. Conectores .....	16
11.3. Componentes .....	16
12. SISTEMAS ELECTRÓNICOS .....	17
12.1. Centralita .....	17
12.2. Tablier.....	17
12.3. Otros sistemas electrónicos .....	17
13. SISTEMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS .....	18
14. OTROS COMPONENTES COMERCIALES .....	19
15. PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIONES TÉCNICAS .....	20
15.1. Homologación del chasis .....	20
15.2. Verificación de cotas generales .....	20
15.3. Verificación de pesos .....	20
15.4. Verificación de ruidos .....	20
15.5. Verificación del cumplimiento de la normativa de seguridad .....	20
16. IDENTIFICACIÓN DE LA MOTOCICLETA .....	22
16.1. Números y fondos .....	22
16.2. Identificación frontal .....	22
16.3. Dorsales laterales.....	22
16.4. Número de identificación de bastidor de la motocicleta.....	22
16.5. Nombre de la universidad .....	22
16.6. Espacio en el bastidor para adhesivo de verificación técnica.....	22
16.7. Espacio para soporte y alojamiento del transponder .....	22
17. FIGURAS.....	24

## **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 Dicha medición se realiza con la motocicleta (sin piloto) pero con todo el equipamiento y líquidos para su funcionamiento.
- ✓ Dispuesta la motocicleta en posición vertical con situación de máxima compresión de suspensiones no puede haber contacto de ningún componente de la moto con el pavimento.
- ✓ Límite posterior: Ningún elemento de la motocicleta podrá rebasar la línea tangente vertical trazada a la circunferencia exterior del neumático trasero. (Figura 2)
- ✓ La distancia de los neumáticos a cualquier elemento de la motocicleta diferente de la rueda no podrá ser inferior a 15 mm. 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 en ningún momento de las pruebas deberá ser inferior a 90 kg. 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

El diseño de la composición del sistema de suspensión delantera es libre.

En el caso de uso de horquilla en la composición de la suspensión delantera se deberá utilizar la proporcionada por la organización solo autorizándose el cambio de las tijas.

La horquilla proporcionada por la organización no puede ser modificada estructuralmente. Solo está permitido el cambio de características de la horquilla con el cambio de la viscosidad del aceite hidráulico y muelles.

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.

#### 4.2.2. Suspensión trasera

El diseño de la composición del sistema de suspensión trasera es libre.

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. Solo se permite el cambio del muelle.

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.

### 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 15° 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 de freno y disco.

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.

#### **4.4.2. Freno trasero**

Deberá utilizarse el conjunto de freno trasero (bomba, latiguillos y pinza) proporcionado por la organización.

Se permite la elección del tipo de pastillas de freno y disco.

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.

### **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 450 mm. (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 la de manillares o semimanillares contruidos en materiales y/o ALEACIONES de comportamiento FRAGIL.

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**

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, salvo en anclajes de disco salvaguardando en todo caso la rigidez de las mismas.

Está 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 consideren 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 125 cm<sup>3</sup> 2 tiempos con refrigeración líquida.

### 6.2. Características

Descritas en las hojas técnicas en la WEB.

### 6.3. Cilindro

Caja de láminas: no se permite su modificación. En caso de rotura se permite el recambio original.

### 6.4. Culata

No se permite el mecanizado de la culata para el uso de sensor de detonación.

### 6.5. Cáster

No se permite la modificación del mismo ni tan siquiera en sus anclajes externos.

### 6.6. Caja de cambios

Está prohibida la modificación de la caja de cambios en cualquiera de sus componentes. Tan sólo se permite la instalación de sensores para la adquisición de datos.

### 6.7. Transmisión secundaria

El tipo de transmisión es libre.

### 6.8. Embrague

La situación del accionamiento de la leva del embrague es libre con la restricción de que 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 puede estar rectificadas con un plano de una anchura mínima de 14 mm, los bordes del plano han de ser redondeados.

### **6.9. 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.

Está permitido el uso de sistemas de inyección de carburante adicionales al carburador y la programación electrónica de los mismos. (Sistemas “powerjet”)

### 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.

Está 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 racord el que se desconecte y no otras uniones del conducto. Por tanto, para la apertura del racord 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 y corresponderá a gasolina comercial de 98 Octnos.

El aceite para la realización de la mezcla será de libre elección.

Está prohibida la utilización de aditivos al carburante mejoradores del índice de Octano.

## 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 podrán ser agua o refrigerantes comerciales.

## 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. Airbox

La composición, dimensiones y situación de las cajas de aire son libres siempre que éstas cumplan los requerimientos dimensionales de las cotas generales de la motocicleta.

### 9.3. 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 y sistemas de airbox.

## **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.

## 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 dos tipos de carga no simultaneas. Una carga horizontal progresiva de 250 daN longitudinalmente a la motocicleta en los ejes de rueda delantera y otra vertical de 200 daN . No se admitirán deformaciones permanentes en la estructura del chasis.

Introducir sistema y dibujo de anclaje a las bridas de la tija para aplicar carga sistema de medición.

### 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 113 dB/A.

La verificación se realizará a un rango fijo de revoluciones del motor 5000 rpm.

### 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

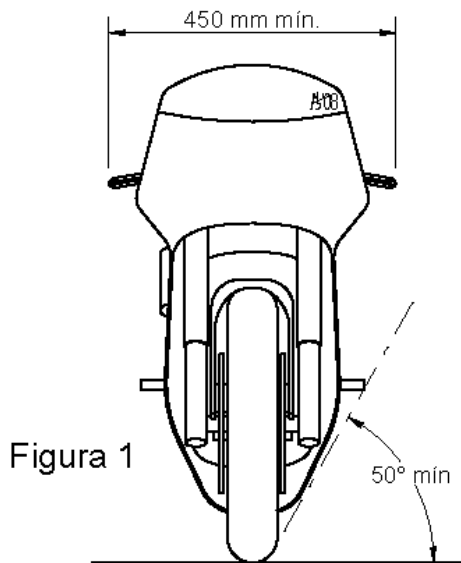


Figura 1

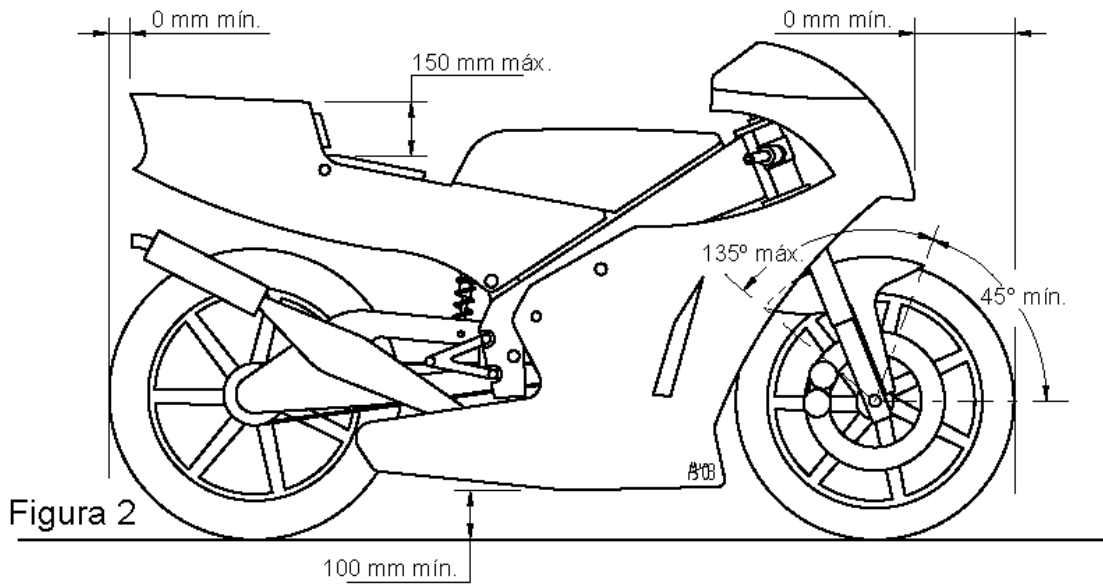


Figura 2

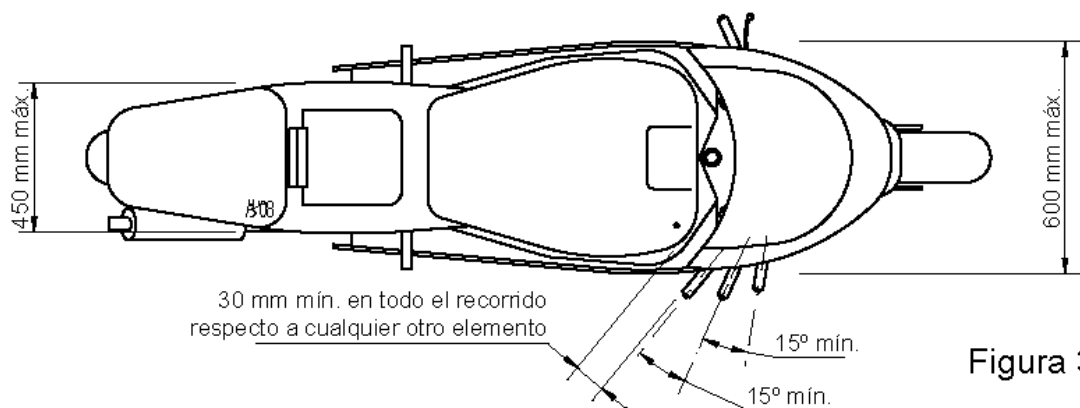


Figura 3



**CORONAS**

	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
PIÑONES	8	2.75	2.88	3.00	3.13	3.25	3.38	3.50	3.63	3.75	3.88	4.00	4.13	4.25
	9	2.44	2.56	2.67	2.78	2.89	3.00	3.11	3.22	3.33	3.44	3.56	3.67	3.78
	10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40
	11	2.00	2.09	2.18	2.27	2.36	2.45	2.55	2.64	2.73	2.82	2.91	3.00	3.09
	12	1.83	1.92	2.00	2.08	2.17	2.25	2.33	2.42	2.50	2.58	2.67	2.75	2.83
	13	1.69	1.77	1.85	1.92	2.00	2.08	2.15	2.23	2.31	2.38	2.46	2.54	2.62
	14	1.57	1.64	1.71	1.79	1.86	1.93	2.00	2.07	2.14	2.21	2.29	2.36	2.43
	15	1.47	1.53	1.60	1.67	1.73	1.80	1.87	1.93	2.00	2.07	2.13	2.20	2.27
	16	1.38	1.44	1.50	1.56	1.63	1.69	1.75	1.81	1.88	1.94	2.00	2.06	2.13
	17	1.29	1.35	1.41	1.47	1.53	1.59	1.65	1.71	1.76	1.82	1.88	1.94	2.00
	18	1.22	1.28	1.33	1.39	1.44	1.50	1.56	1.61	1.67	1.72	1.78	1.83	1.89

	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	
PIÑONES	8	4.38	4.50	4.63	4.75	4.88	5.00	5.13	5.25	5.38	5.50	5.63	5.75	5.88
	9	3.89	4.00	4.11	4.22	4.33	4.44	4.56	4.67	4.78	4.89	5.00	5.11	5.22
	10	3.50	3.60	3.70	3.80	3.90	4.00	4.10	4.20	4.30	4.40	4.50	4.60	4.70
	11	3.18	3.27	3.36	3.45	3.55	3.64	3.73	3.82	3.91	4.00	4.09	4.18	4.27
	12	2.92	3.00	3.08	3.17	3.25	3.33	3.42	3.50	3.58	3.67	3.75	3.83	3.92
	13	2.69	2.77	2.85	2.92	3.00	3.08	3.15	3.23	3.31	3.38	3.46	3.54	3.62
	14	2.50	2.57	2.64	2.71	2.79	2.86	2.93	3.00	3.07	3.14	3.21	3.29	3.36
	15	2.33	2.40	2.47	2.53	2.60	2.67	2.73	2.80	2.87	2.93	3.00	3.07	3.13
	16	2.19	2.25	2.31	2.38	2.44	2.50	2.56	2.63	2.69	2.75	2.81	2.88	2.94
	17	2.06	2.12	2.18	2.24	2.29	2.35	2.41	2.47	2.53	2.59	2.65	2.71	2.76
	18	1.94	2.00	2.06	2.11	2.17	2.22	2.28	2.33	2.39	2.44	2.50	2.56	2.61

	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
PIÑONES	8	6.00	6.13	6.25	6.38	6.50	6.63	6.75	6.88	7.00	7.13	7.25	7.38	7.50
	9	5.33	5.44	5.56	5.67	5.78	5.89	6.00	6.11	6.22	6.33	6.44	6.55	6.67
	10	4.80	4.90	5.00	5.10	5.20	5.30	5.40	5.50	5.60	5.70	5.80	5.90	6.00
	11	4.36	4.45	4.55	4.64	4.73	4.82	4.91	5.00	5.09	5.18	5.27	5.36	5.45
	12	4.00	4.08	4.17	4.25	4.33	4.42	4.50	4.58	4.67	4.75	4.83	4.92	5.00
	13	3.69	3.77	3.85	3.92	4.00	4.08	4.15	4.23	4.31	4.39	4.47	4.55	4.63
	14	3.43	3.50	3.57	3.64	3.71	3.79	3.86	3.93	4.00	4.07	4.14	4.21	4.28
	15	3.20	3.27	3.33	3.40	3.47	3.53	3.60	3.67	3.73	3.80	3.87	3.94	4.00
	16	3.00	3.06	3.13	3.19	3.25	3.31	3.38	3.44	3.50	3.57	3.63	3.70	3.76
	17	2.82	2.88	2.94	3.00	3.06	3.12	3.18	3.24	3.29	3.35	3.41	3.47	3.53
	18	2.67	2.72	2.78	2.83	2.89	2.94	3.00	3.06	3.11	3.17	3.22	3.28	3.33

**FACTOR**

MAYOR ARRANQUE →

← MAYOR VELOCIDAD FINAL

- Cuanto mayor es el factor, menor velocidad final y mayor arranque.
- Cuanto menor es el factor, mayor velocidad final y menor arranque.
- Si la corona tiene 40 dientes y el piñón 14 dientes entonces su factor es 2,86 entonces se deberá buscar cualquier combinación que esté lo más cercano posible al factor 2,86 para obtener un mayor arranque o mayor velocidad final.
- Si se desea tener una mayor arranque se sustituye el piñón por uno de 15 y la corona por una de 43 dientes, siendo el factor resultante muy cercano al original (2,87).
- Si se desea obtener una mayor velocidad final sustituya su piñón por uno de 13 dientes y la corona por uno de 37 dientes, siendo el factor resultante muy cercano al original (2,87).
- Otra cosa que se puede hacer es variar la corona 1 o 2 dientes para obtener mayor velocidad final o mayor arranque, pero el factor resultante no será el indicado.

