



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**TEMA:**

**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INYECCIÓN Y ENCENDIDO REPROGRAMABLE PREVIO TRUCAJE DEL ÓRGANO MOTOR FIJO NISSAN J15 PARA OPTIMIZAR SUS PARÁMETROS DE DESEMPEÑO**

**Autores:**

**Gonzalez Heras, David Moises  
Lozada Chiguano, Jhon Roberto**

**Director:**

**Ing. Salazar Corrales, Marcelo Fabián**

**Latacunga  
2020**



# CONTENIDO

ANTECEDENTES

JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVO GENERAL

MARCO TEÓRICO

DESARROLLO DEL TRUCAJE E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INYECCIÓN Y ENCENDIDO ELECTRÓNICO

PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

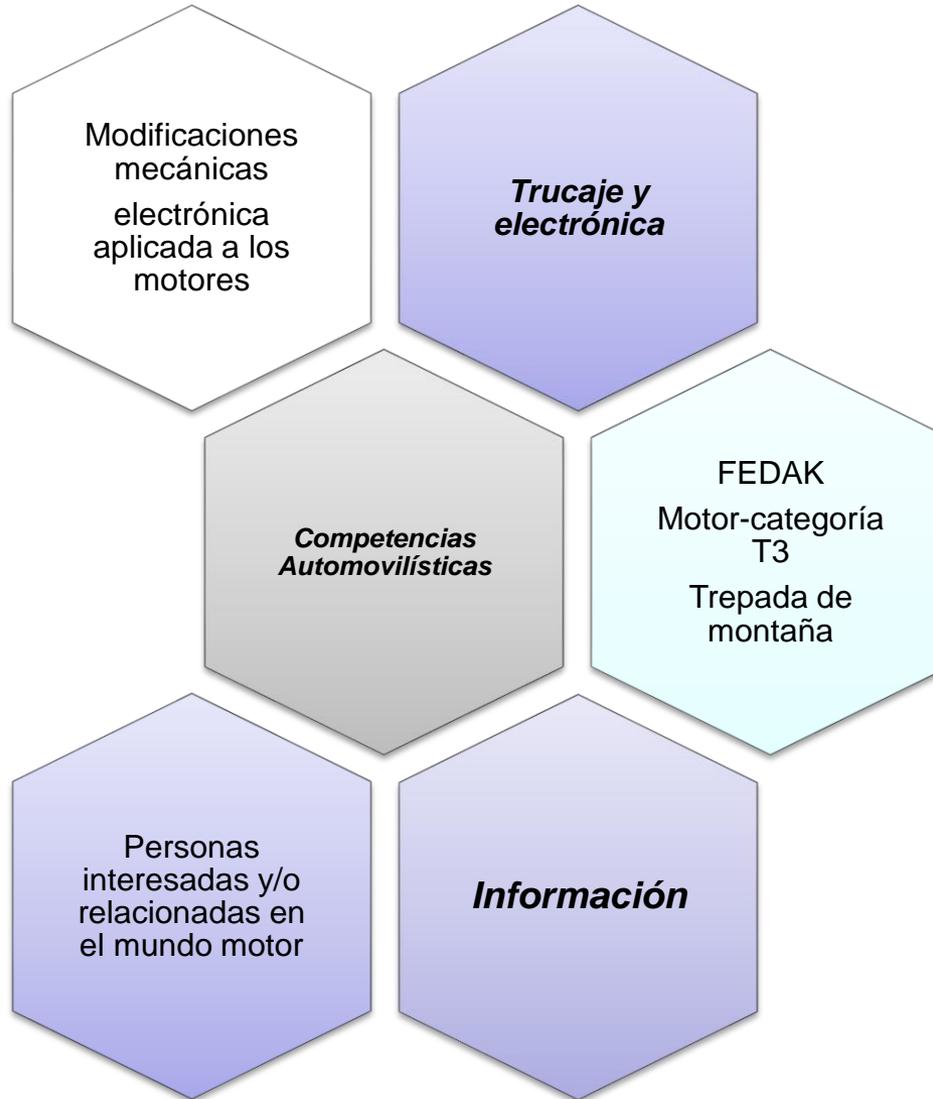


# ANTECEDENTES

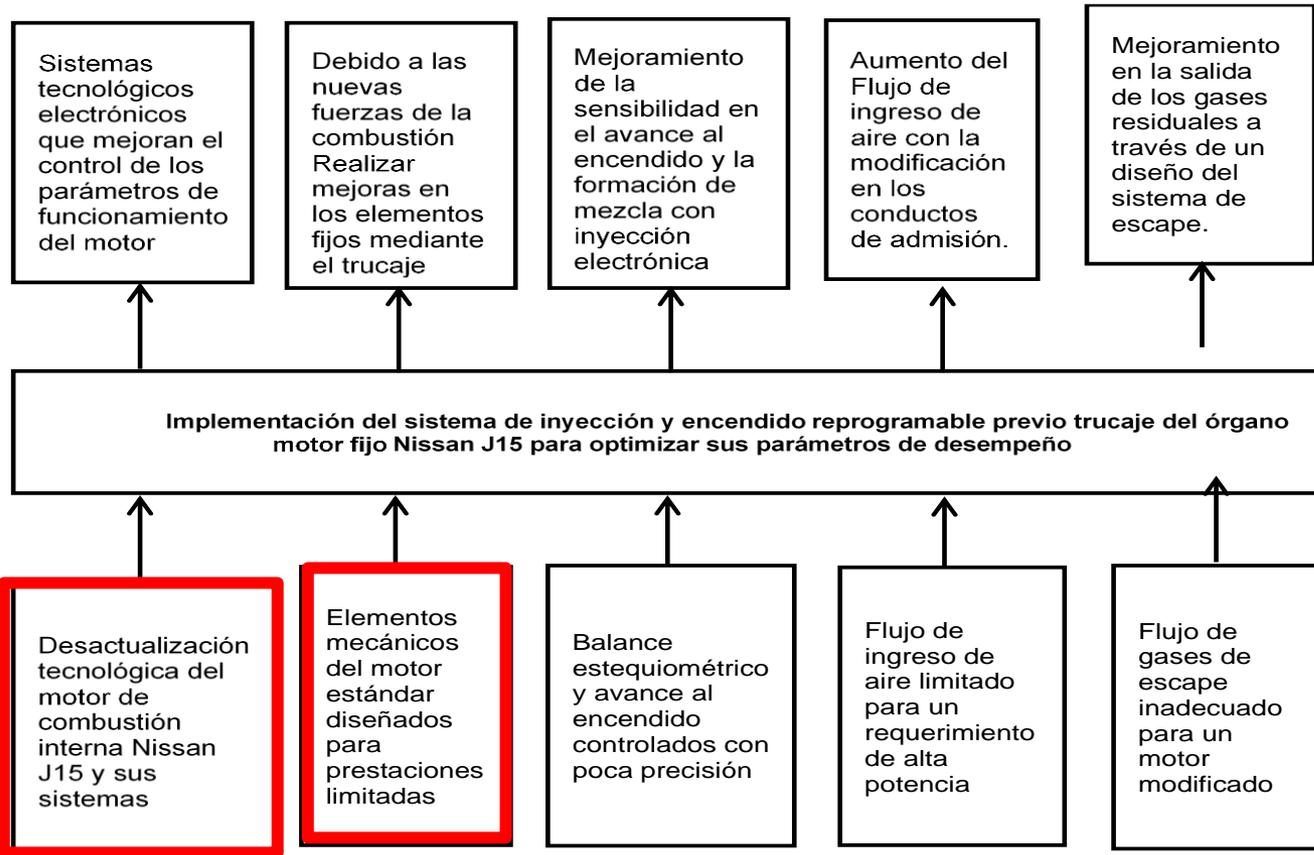
- En la actualidad todos los vehículos cuentan con elementos electrónicos de control, los cuales ayudan que aumente considerablemente la eficiencia del motor, además, reducen el consumo del combustible, comparado con un motor a carburador. Esto es gracias a la implementación de una (ECU), que ha dado un aporte satisfactorio para los vehículos.
- La razón de la inclusión de la electrónica en el campo automotor es para optimizar al máximo la energía que se genera en la explosión de la gasolina. Esto se consigue ajustando la relación aire/combustible estequiométrica, que idealmente debería ser de 14.7/1
- La unidad de control programable del motor debe controlar la cantidad de combustible a inyectar en cada cilindro. Esta cantidad varía dependiendo en las RPM del motor y en la posición del pedal de aceleración (o la presión del colector de aire).



# JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA



# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



HIPÓTESIS

¿La implementación del sistema de inyección y encendido electrónico reprogramable, ayudado del trucaje de los elementos fijos, contribuirá al incremento del rendimiento en los parámetros del motor?



# OBJETIVOS

## GENERAL

- Implementar un sistema de inyección y encendido reprogramable previo trucaje del órgano motor fijo Nissan J15 para optimizar sus parámetros de desempeño

## ESPECÍFICOS

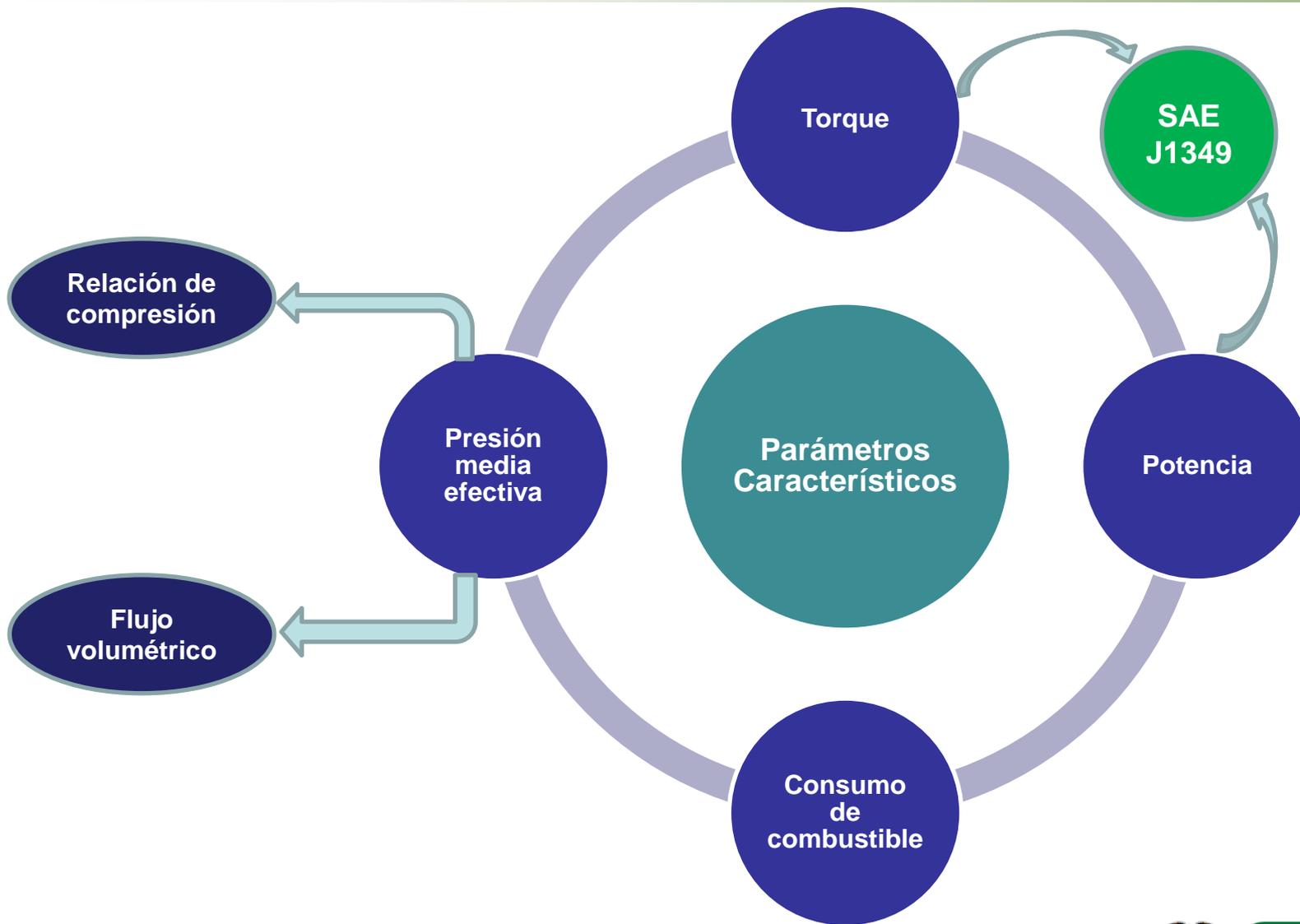
- Obtener datos de los parámetros de funcionamiento del motor Nissan J15 estándar mediante pruebas de dinamómetro, compresión, temperatura, consumo de combustible.
- Analizar, seleccionar y ejecutar el tipo de trucaje de sus partes fijas que puedan optimizar el desempeño del motor Nissan J15.
- Implementar los componentes y accesorios del sistema de inyección y encendido electrónico programable al motor Nissan J15.
- Analizar las características de funcionamiento del motor y realizar la programación de la centralita y el circuito de los sistemas. Conjuntamente realizar el mapeo base para los mapeos posteriores.
- Obtener los nuevos datos de los parámetros de funcionamiento del motor Nissan J15 trucado e implementado el sistema de inyección y encendido reprogramable.

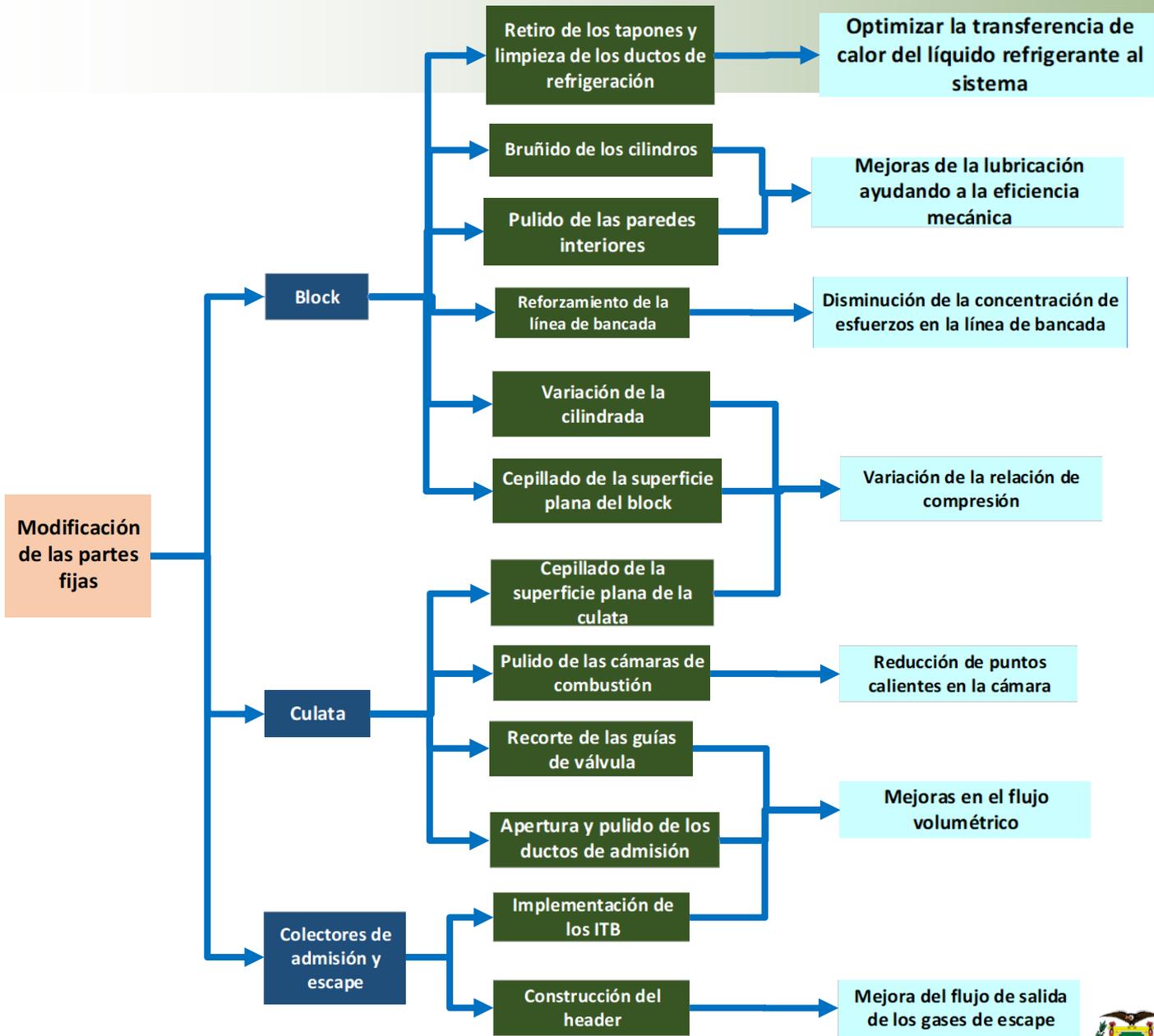


# MARCO TEÓRICO



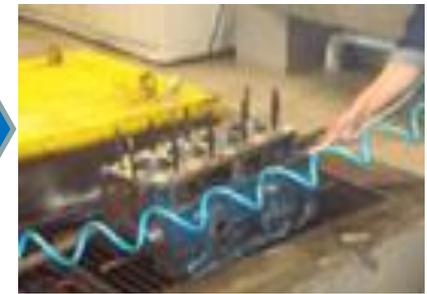
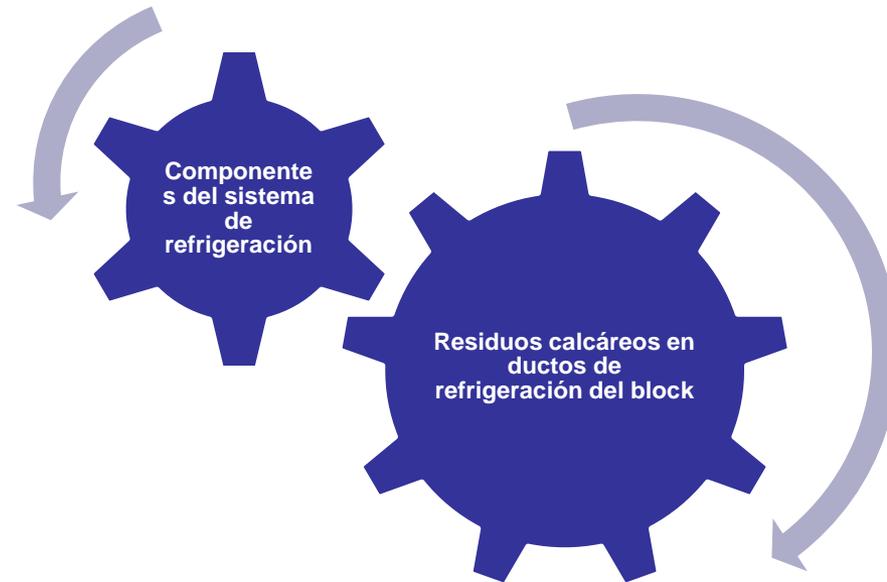
# Parámetros Característicos del Motor de Combustión Interna





# BLOCK

## Limpieza de ductos de refrigeración del block y retiro de los tapones



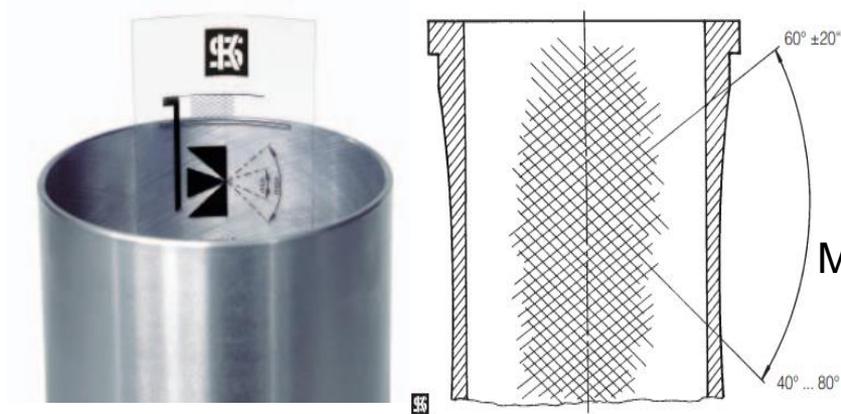
# BLOCK

## Bruñido de cilindros

Menor ángulo



Conservación de aceite



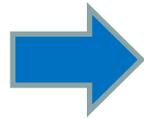
Mayor ángulo



Menor consumo de aceite

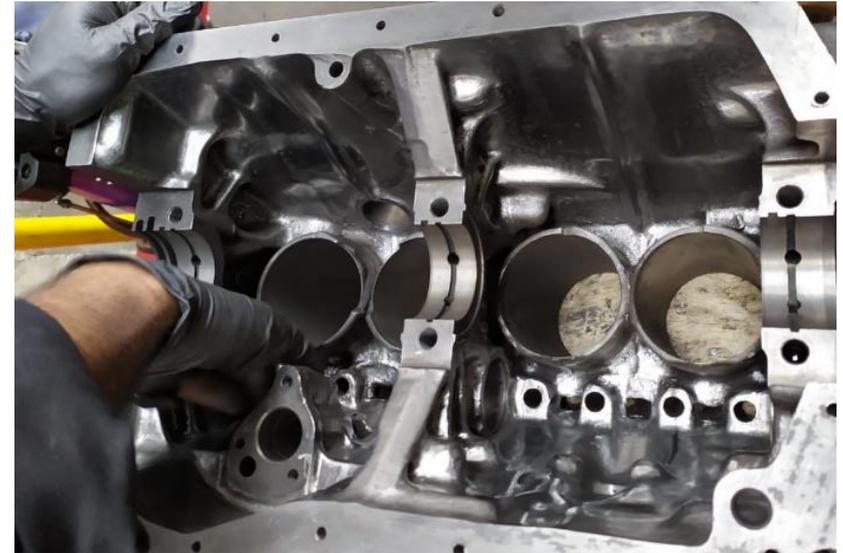
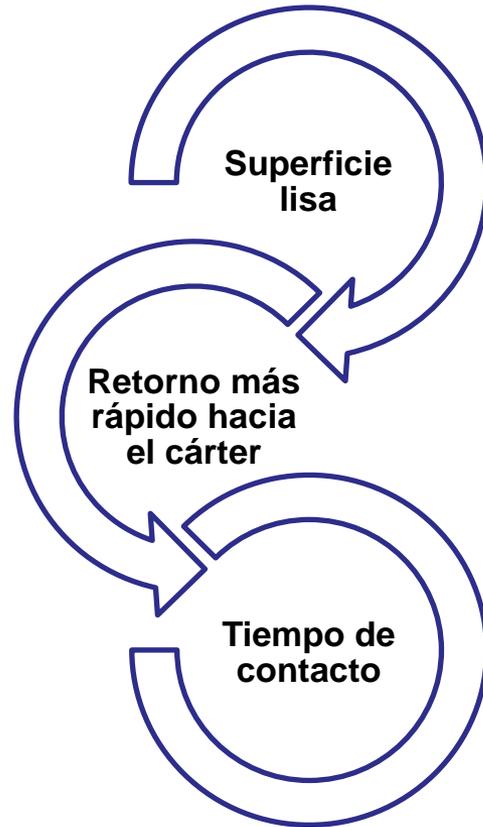
Se considera que 45°

$$\frac{\alpha}{2} = \arctan \frac{V_a}{V_u}$$
$$\frac{\alpha}{2} = \arctan \frac{V_a}{\left( RPM_U * \frac{\pi * D}{60} \right)}$$



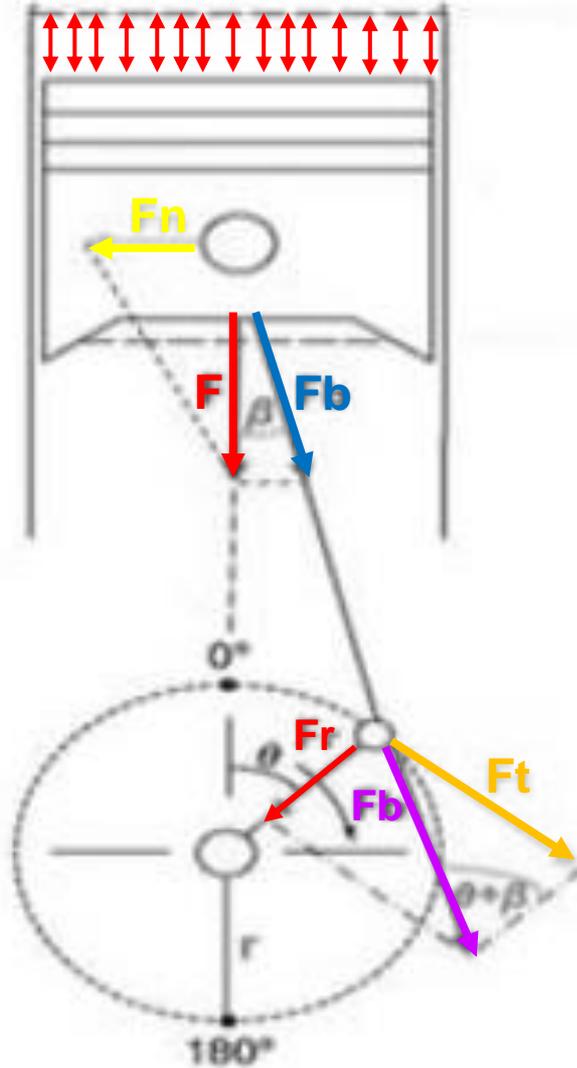
# BLOCK

## *Pulido de las paredes del block*

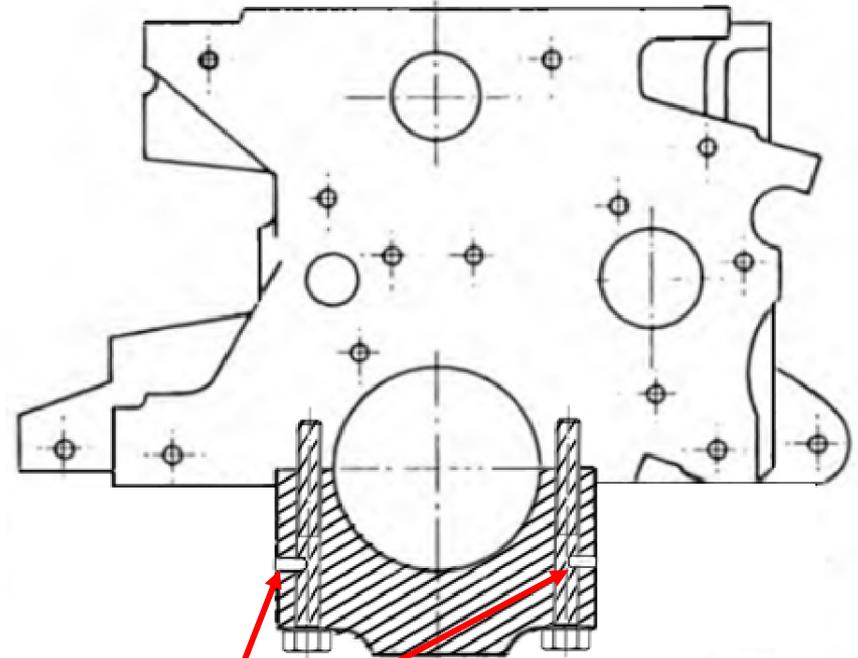


# BLOCK

## Reforzamiento de la línea de bancada



Refuerzo con prisioneros en plano lateral de las tapas de bancada.

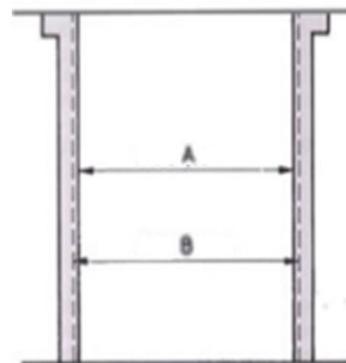


Prisioneros



# BLOCK

## Incremento de la cilindrada



Especificación de sobremedida de pistones		Unidades: mm (plg)	
	J13	J15, J16	
Medida estándar	72.987 a 73.037 (2.8735 a 2.8755)	77.935 a 77.985 (3.0683 a 3.0703)	
0.50 (0.0197)	73.467 a 73.517 (2.8924 a 2.8944)	78.415 a 78.465 (3.0872 a 3.0892)	
Sobre medida	1.00 (0.0394)	73.967 a 74.017 (2.9121 a 2.9140)	78.915 a 78.965 (3.1069 a 3.1089)
1.50 (0.0591)	74.467 a 74.517 (2.9318 a 2.9337)	79.415 a 79.465 (3.1266 a 3.1285)	



# BLOCK Y CULATA

## Cepillado de la superficie plana del block y la culata



En el motor Nissan J15 se puede rectificar la superficie del block hasta 0.5 mm como afirma Nissan Motor CO. , LTD.(S.F) “El límite de rectificado de la superficie del block se encuentra restringido por el límite de rectificado de la superficie plana de la culata (A) y la superficie plana del block (B), el límite es  $A+B=2\text{mm}$  (0.0784in)” .

	Estándar mm (in)	Límite máximo permitido mm (in)
Deformación del plano de culata	0.1 (0.0039)	<u>0.2(0.0079)</u>
Límite de rectificado de la superficie	1.5 (0.0591)	

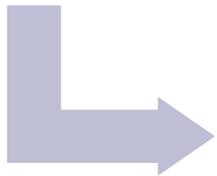
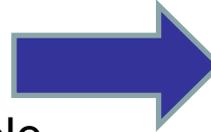


# CULATA

## Pulido de las cámaras de combustión

Cámara de combustión

- Lo más lisa posible



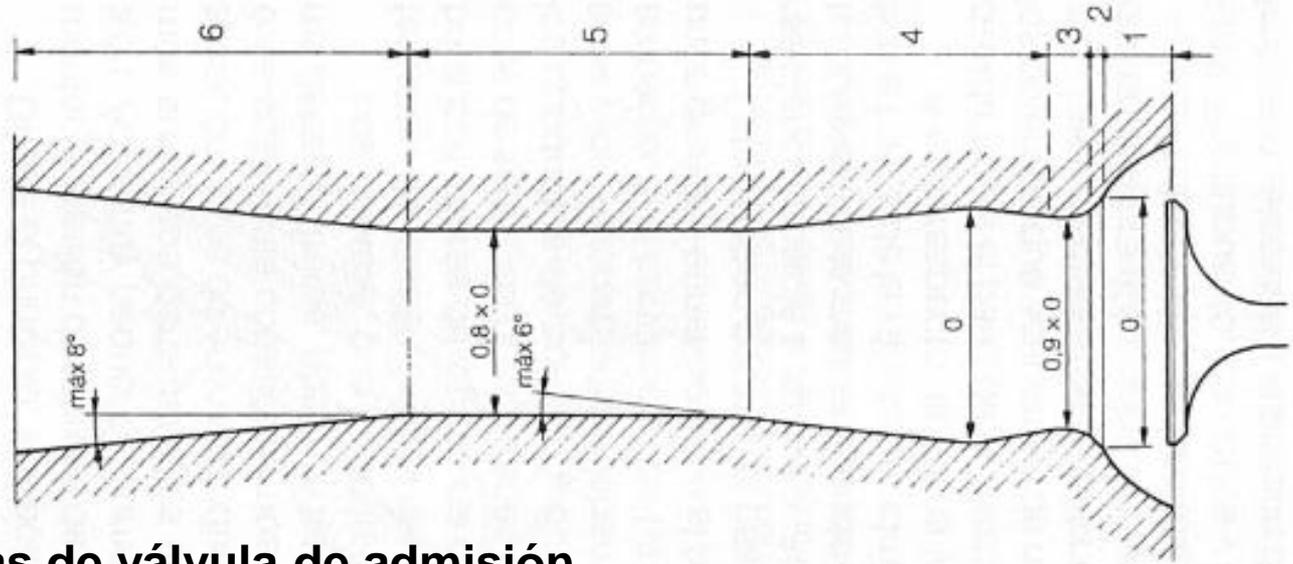
Evita acumulación de carbonilla

- Producto de la combustión

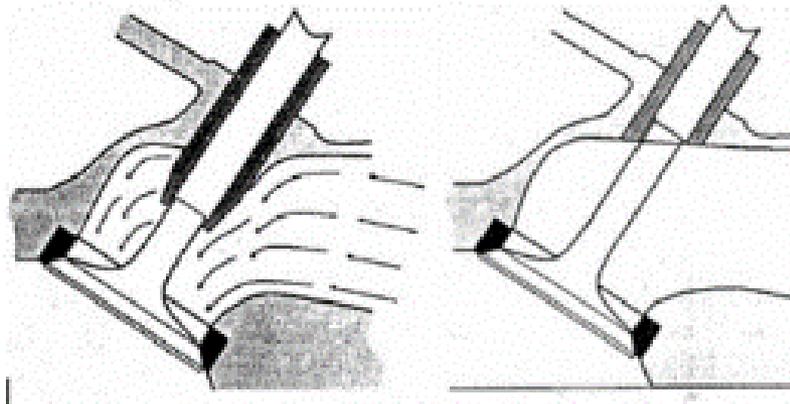


# CULATA

Ductos de admisión más grandes y pulidos



Recorte de guías de válvula de admisión



# COLECTORES



3 colectores de escape  
2 colectores de admisión

*Cuerpos de aceleración  
individuales (ITB)*



# COLECTORES

## Colectores y tubos de escape (header)



Longitud del colector de escape

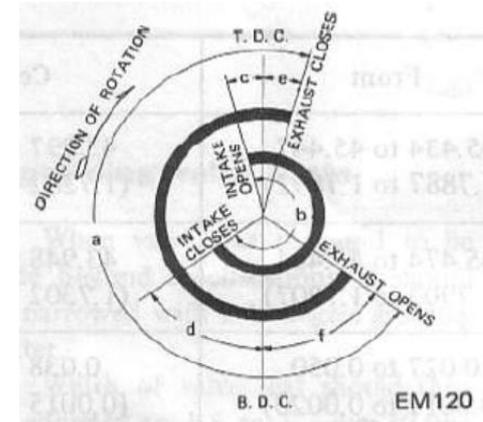
$$L_C = \frac{13000 * G_e}{Rpm * 6}$$

Diámetro de tubos del colector de escape

$$\phi = 2 * \sqrt{\frac{V_C * 2}{L_C * \pi}}$$

Diámetro del tubo de escape

$$\phi_{Te} = 2 * \sqrt{\frac{V_T}{L_C * \pi}}$$



	a	b	c	d	e	f
J15, J16	252	252	18	54	16	56



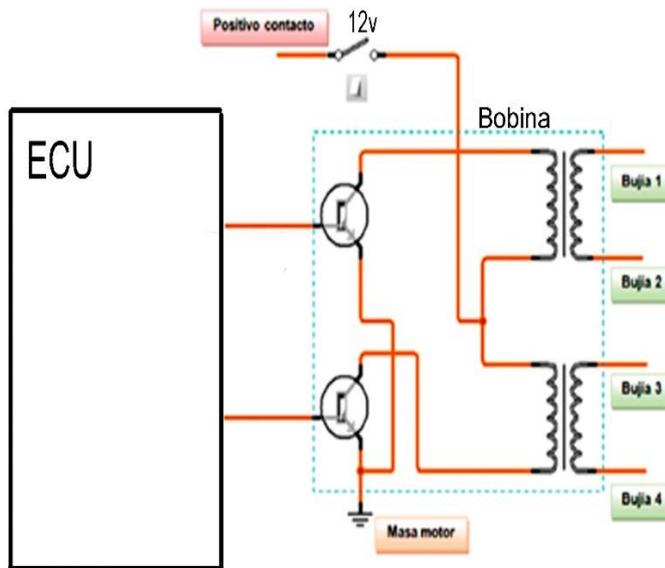
# SISTEMA DE ENCENDIDO E INYECCIÓN ELECTRÓNICO

## DIS chispa perdida

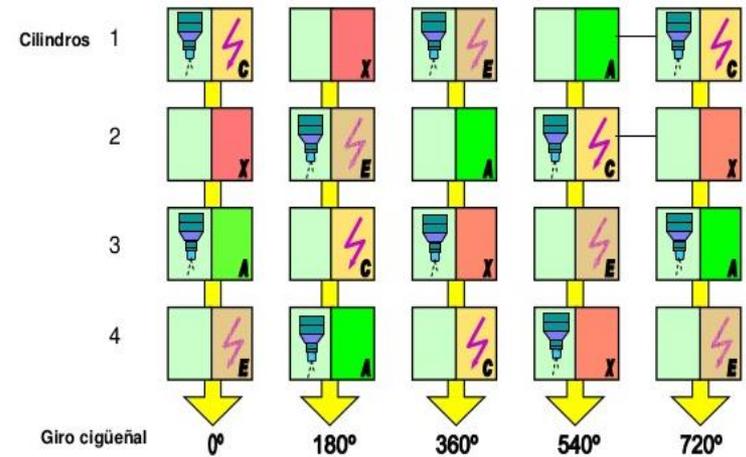
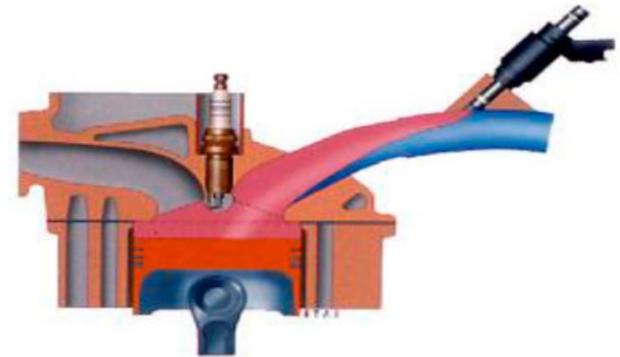
Gobernado  
CKP o CMP

Señal de  
accionamiento

Ignición directa



## Inyección semisecuencial indirecta



**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

# COMPUTADORA PROGRAMABLE MICROSQURT

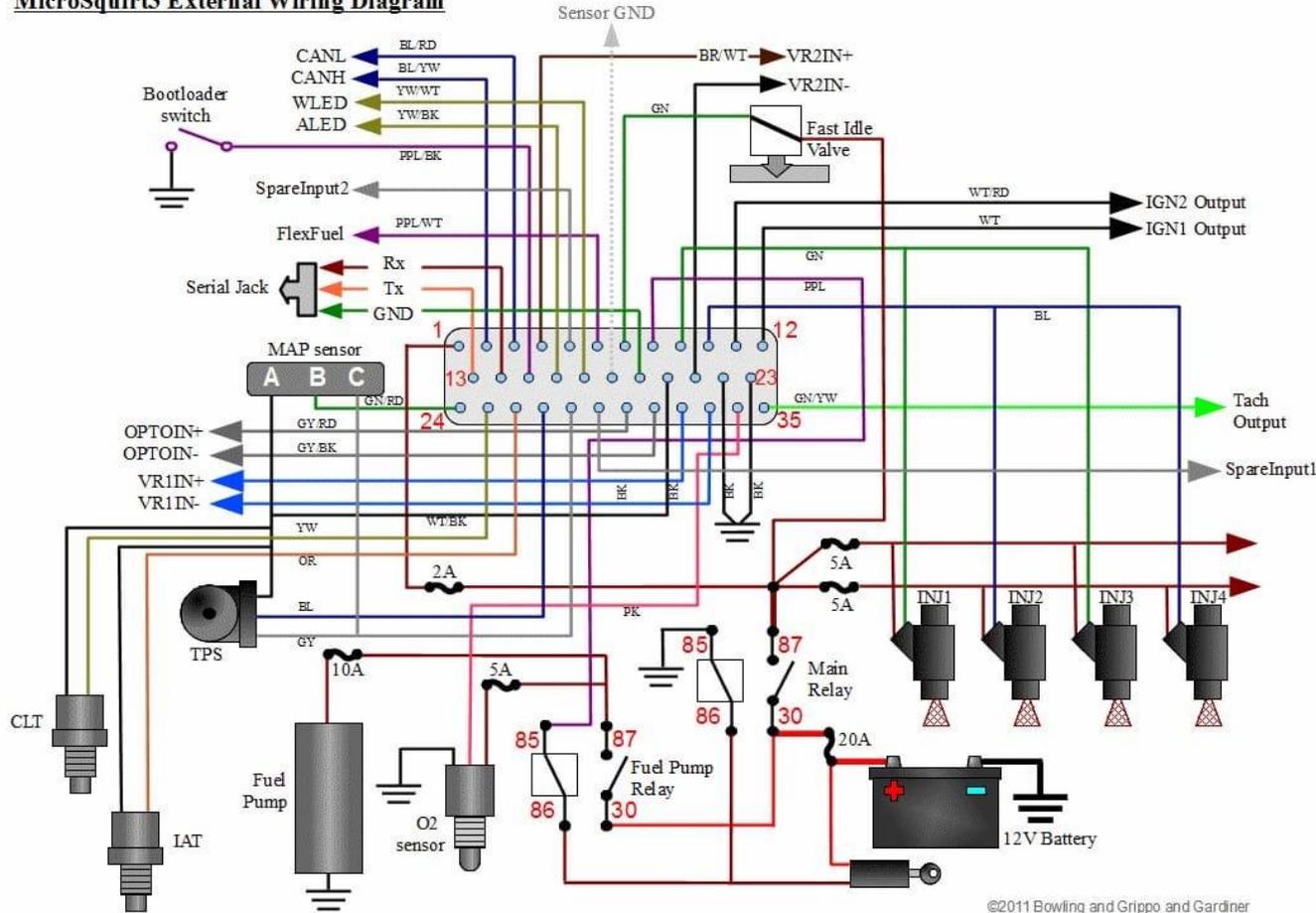
Tecnología  
Megasquirt-  
2

Microsquirt  
V3

TunerStudio  
MS



**MicroSquirt3 External Wiring Diagram**



©2011 Bowling and Grippo and Gardiner

## Características

Resistente al agua

No cuenta con un  
MAP interno

Conector JAC

Tamaño reducido

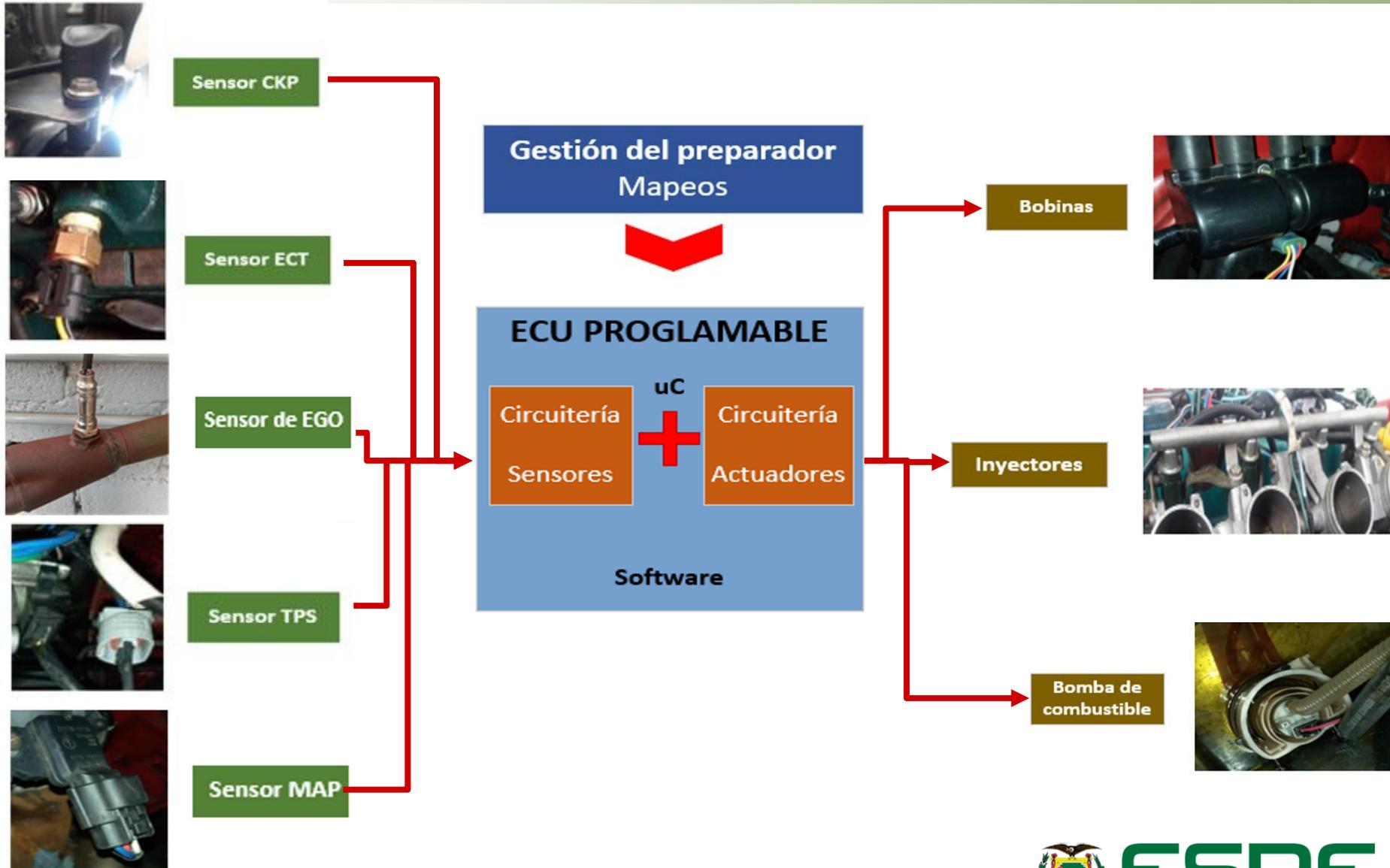
2 Pines de  
Inyección

2 Pines de  
Ignición



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# SENSORES Y ACTUADORES



# DESARROLLO DEL TRUCAJE E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INYECCIÓN Y ENCENDIDO ELECTRÓNICO



# BLOCK

## Rectificado de cilindros

Catálogo de pistones disponibles en el mercado

Limite entre paredes de los cilindros

rectificado a +40  
(0.040"),

Diámetro final 79 mm

Cilindrada antes

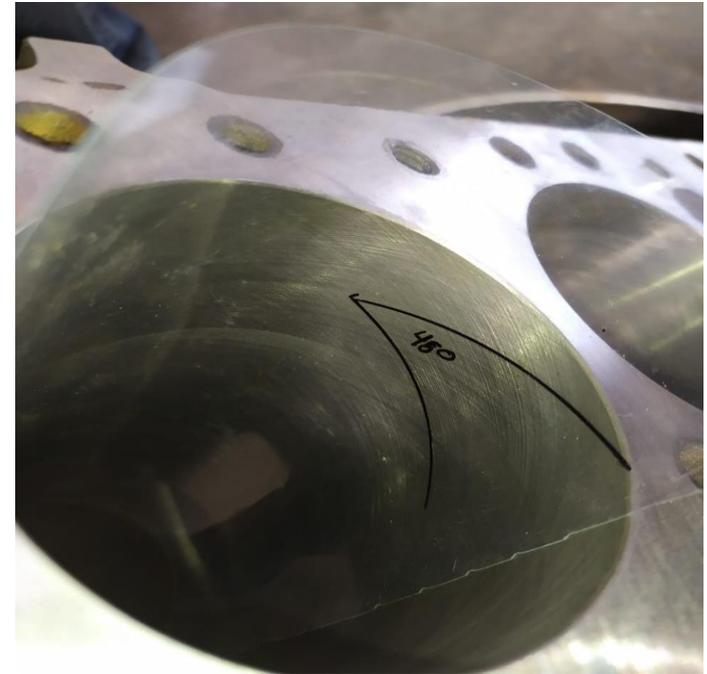
Cilindrada después

$$V_H = 1483.204 \text{ cm}^3 \longrightarrow V_H = 1521.48 \text{ cm}^3$$



## Bruñido

Angulo de 45°



# BLOCK

## Pulido de las paredes internas del block

Desbaste de las paredes



Acabado final del lijado y pulido

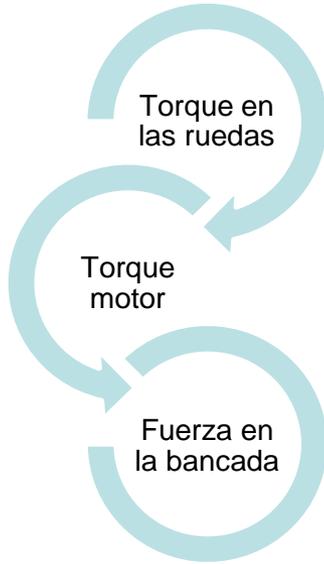


Lijado progresivo



# BLOCK

## Reforzamiento de bancada



### Fuerza en la Bancada del cigüeñal

Motor Estándar



$$F_r = 16.28 \text{ kN}$$

Motor Modificado



$$F_r = 20.83 \text{ kN}$$

Refuerzo con prisioneros en plano lateral de las tapas de bancada.



# BLOCK

## Limpieza de los ductos de refrigeración y retiro de los tapones

Retiro de los tapones



Limpieza con sosa cáustica



Limpieza integral del bloque

Limpieza de óxidos de los ductos



# CULATA

## Pulido de las cámaras de combustión



Se colocó las válvulas para evitar rayaduras en los asientos



Limpieza de carbonilla.

Se finalizo con un lijado progresivo hasta dejar la superficie lo mas lisa posible y pulida



# CULATA

## Rebaje de la superficie plana

**Motor  
deteriorado**

**Pandeo de  
0,5mm**

**Cepillado de  
la superficie  
plana**

**Ccepillado del  
la superficie  
plana del block**

**Nuevo volumen de la cámara de  
combustión 38 ml**

**Relación de compresión alcanzada**  
 $\epsilon_f = 9.89$



# CULATA

## Trabajos en los conductos de admisión

Apertura de los conductos

Pulido

Apertura  
estimada  
de 8%



Conducto  
original

Diámetro  
32 mm

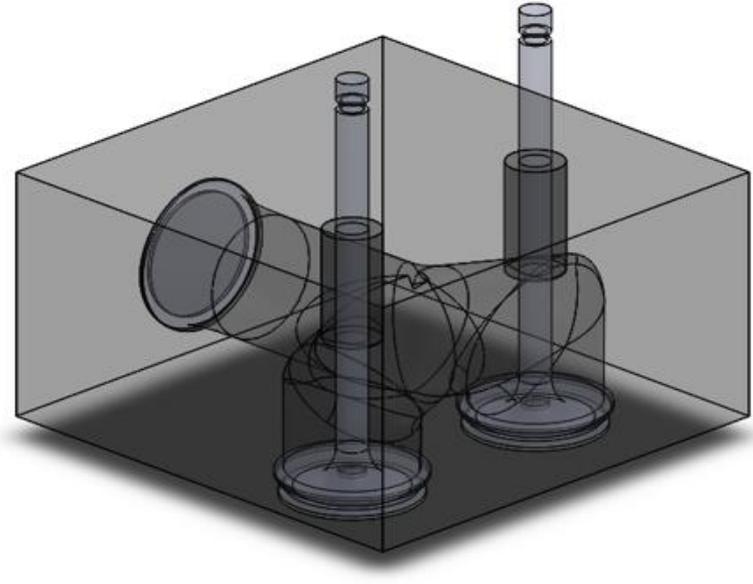
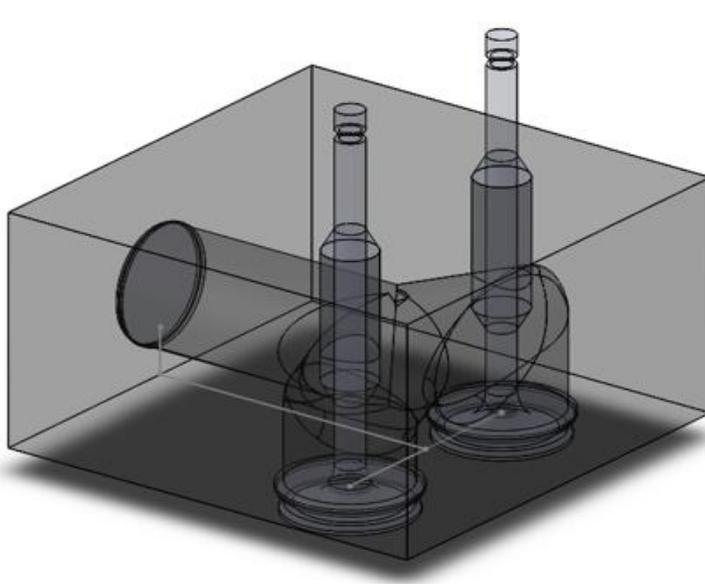
Recorte de las guías de  
válvula

Conducto  
Modificado

Diámetro  
34,5 mm



# Simulación de flujo de aire en los ductos de admisión mediante uso de software CAD



## *Rugosidad de las paredes estimadas*

- 5 a 15  $\mu m$

## *Flujo volumétrico estimado*

- $V_D = 0,003 \text{ m}^3/\text{s}$

## *Presión al final de la admisión calculada*

- Estándar  $P_a = 65486.29 \text{ Pa} = 0.655 \text{ Bar}$
- Modificado  $P_a = 65134.57 \text{ Pa} = 0.651 \text{ Bar}$



# Selección - cualitativa

Ecu Reprogramable MICROSQUIRT



Cuerpos de aceleración individuales (ITB) HAYABUSA



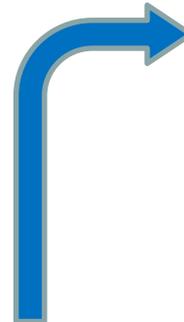
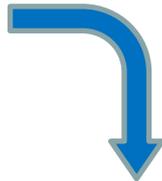
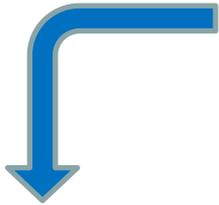
Factor	%
Facilidad de programación	20
Adaptabilidad con el motor	40
Costo	10
Fiabilidad	20
Resistencia a errores de conexión	10



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# Construcción bases para el ITB y Header

## Construcción semi-dual



Longitud del colector  $L_c = 78 \text{ cm}$

Diámetro del tubo colector  $\phi_c = 1,3 \text{ in} = 1,5 \text{ in}$

Diámetro tubo de escape  $\phi_{Te} = 1.962 \text{ in} = 2 \text{ in}$



# Instalación de los sensores y actuadores



Sensor CKP

Sensor ECT

Sensor de oxígeno

Sensor MAP

Sensor TPS



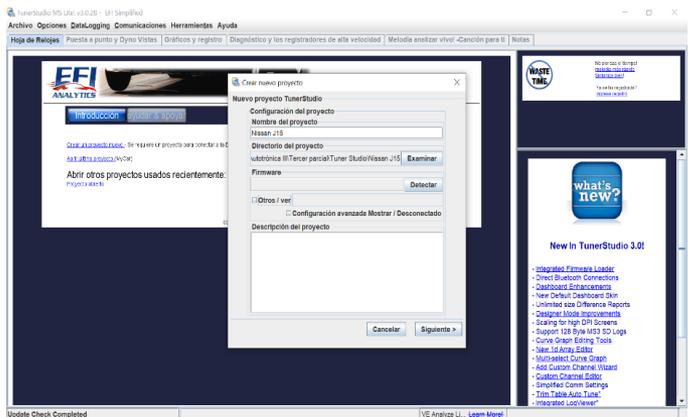
Inyectores

Bomba de combustible

Bobina



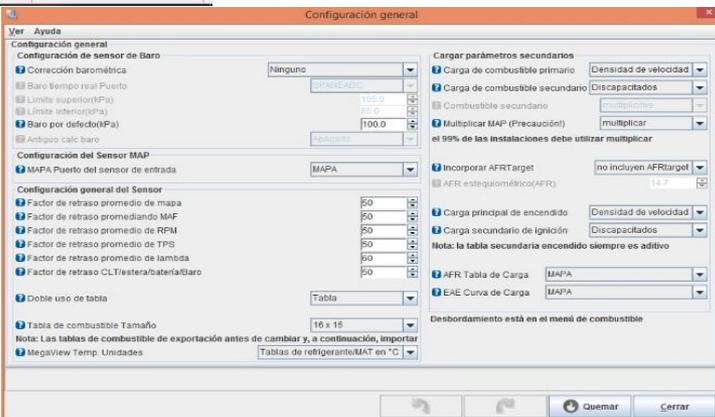
# Parámetros Iniciales en el Software TunerStudio



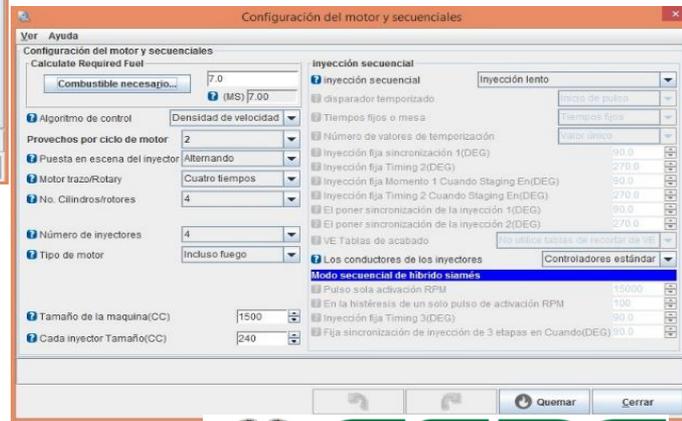
Apertura del programa y creación de un nuevo proyecto con el reconocimiento de la ECU

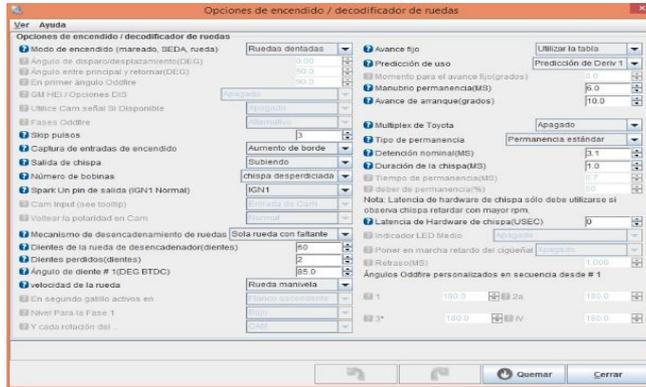


Ingreso de los parámetros de los sensores a utilizarse



Ingreso de los datos generales del motor

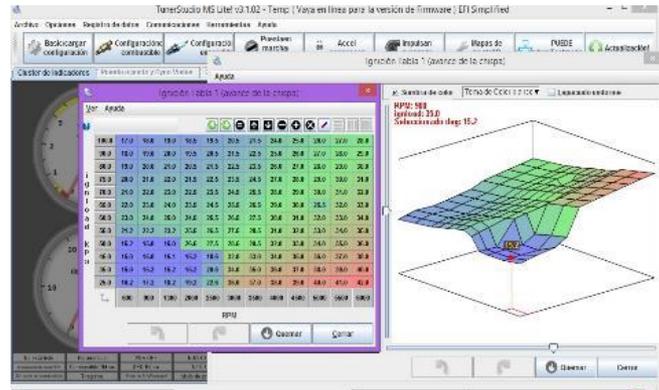


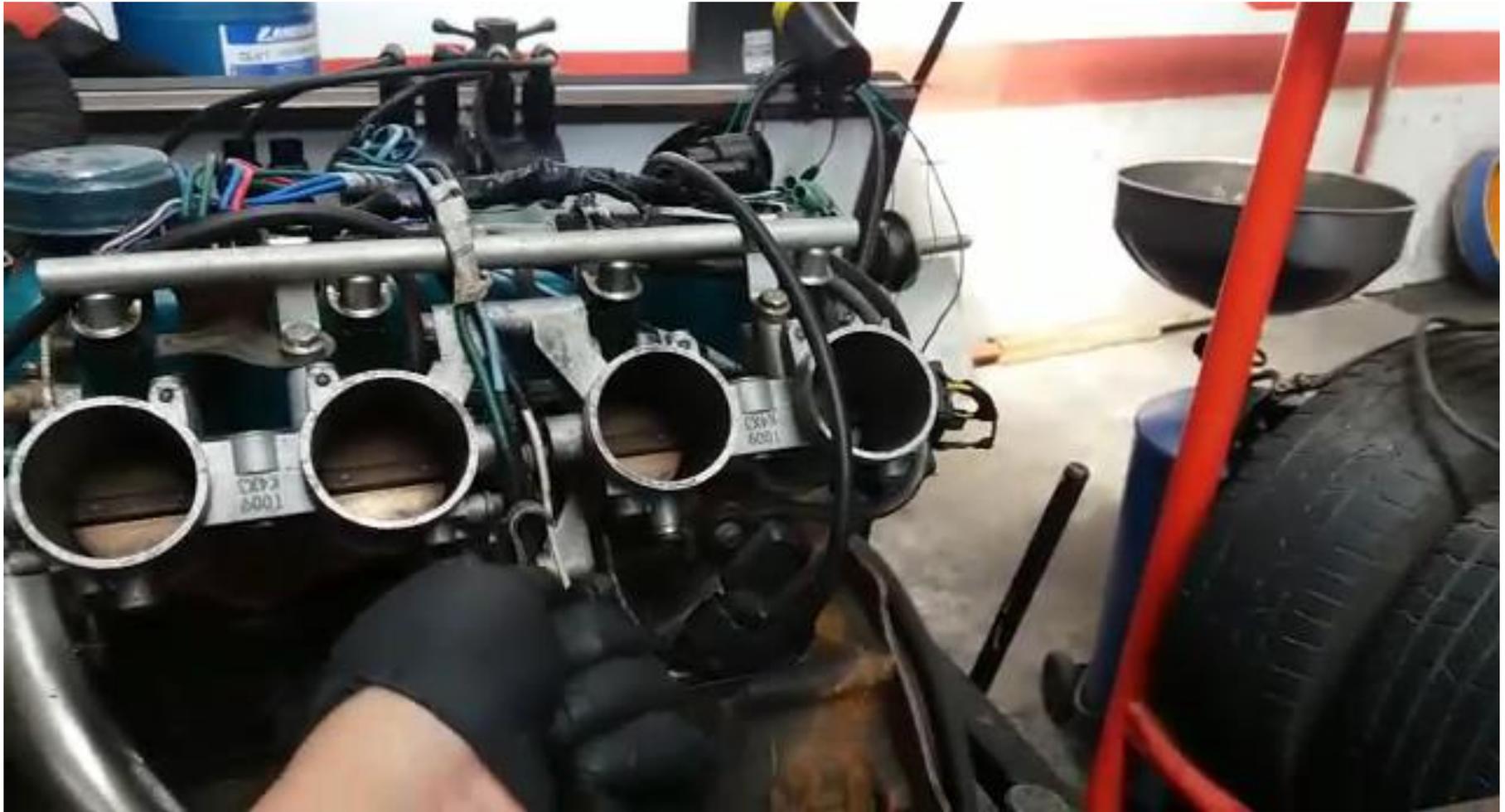


Ingreso de los datos de la rueda fónica y Angulo de avance



Configuración de los mapas





**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS



# Prueba de potencia y torque en el dinamómetro

Dinamómetro  
SAENZ  
DYNOS

SAE J1349 y  
la INEN 960

4<sup>ta</sup> marcha

**Motor estándar**

**VS**

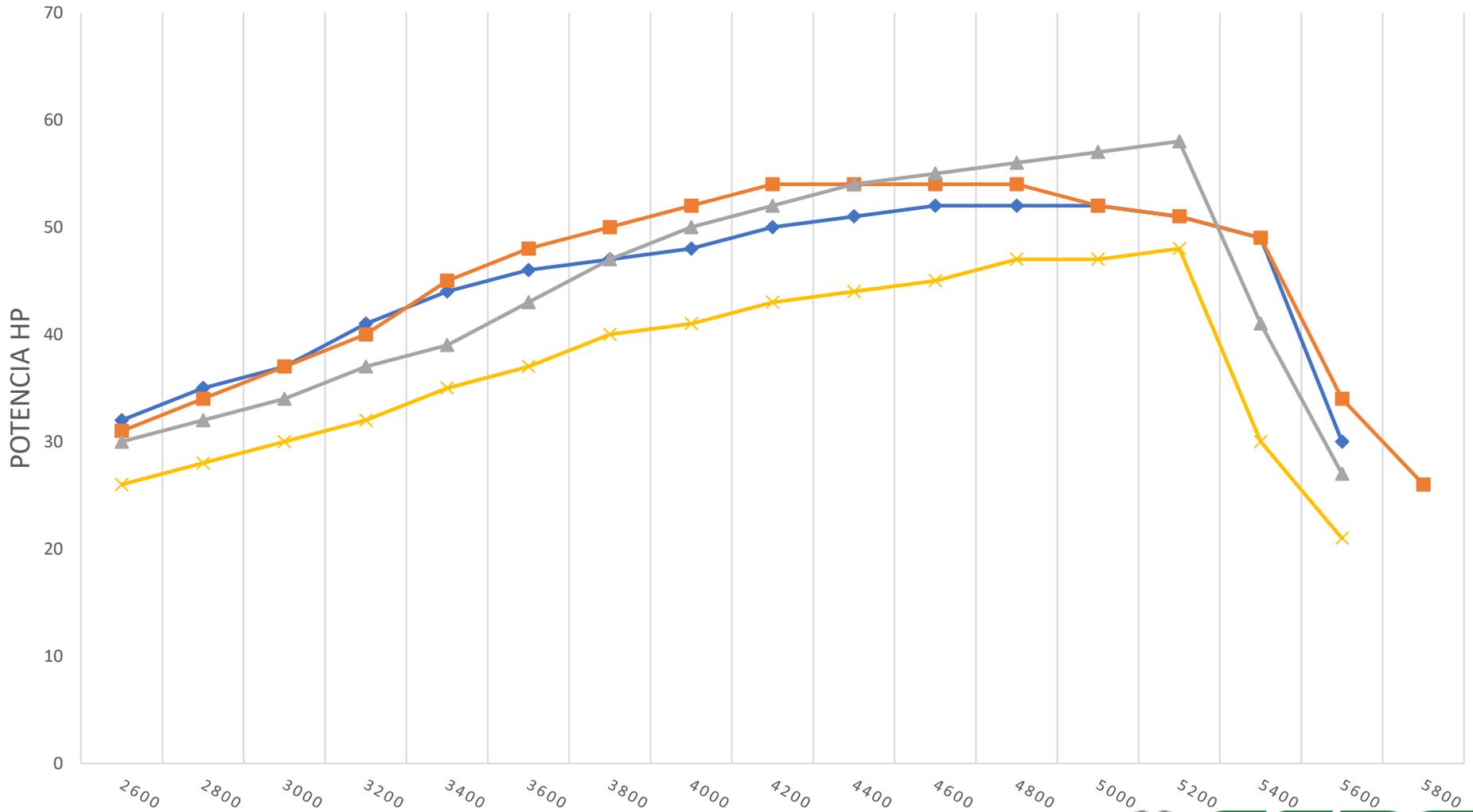
**Motor modificado**



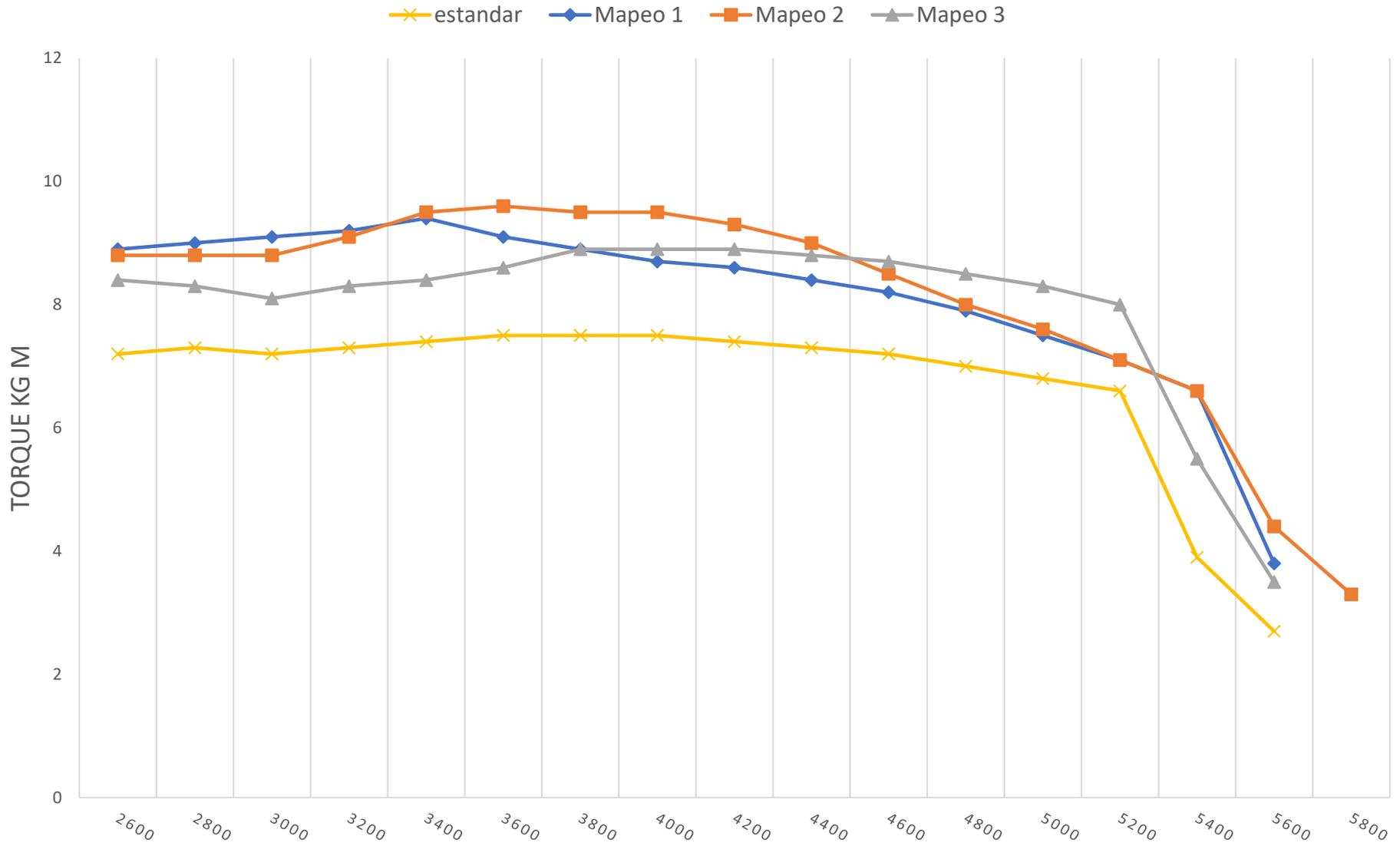
**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# POTENCIA

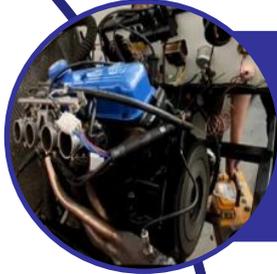
✕ estandar    ◆ Mapeo 1    ■ Mapeo 2    ▲ Mapeo 3



# TORQUE



# Consumo de Combustible



Ensayo de consumo de combustible estático.



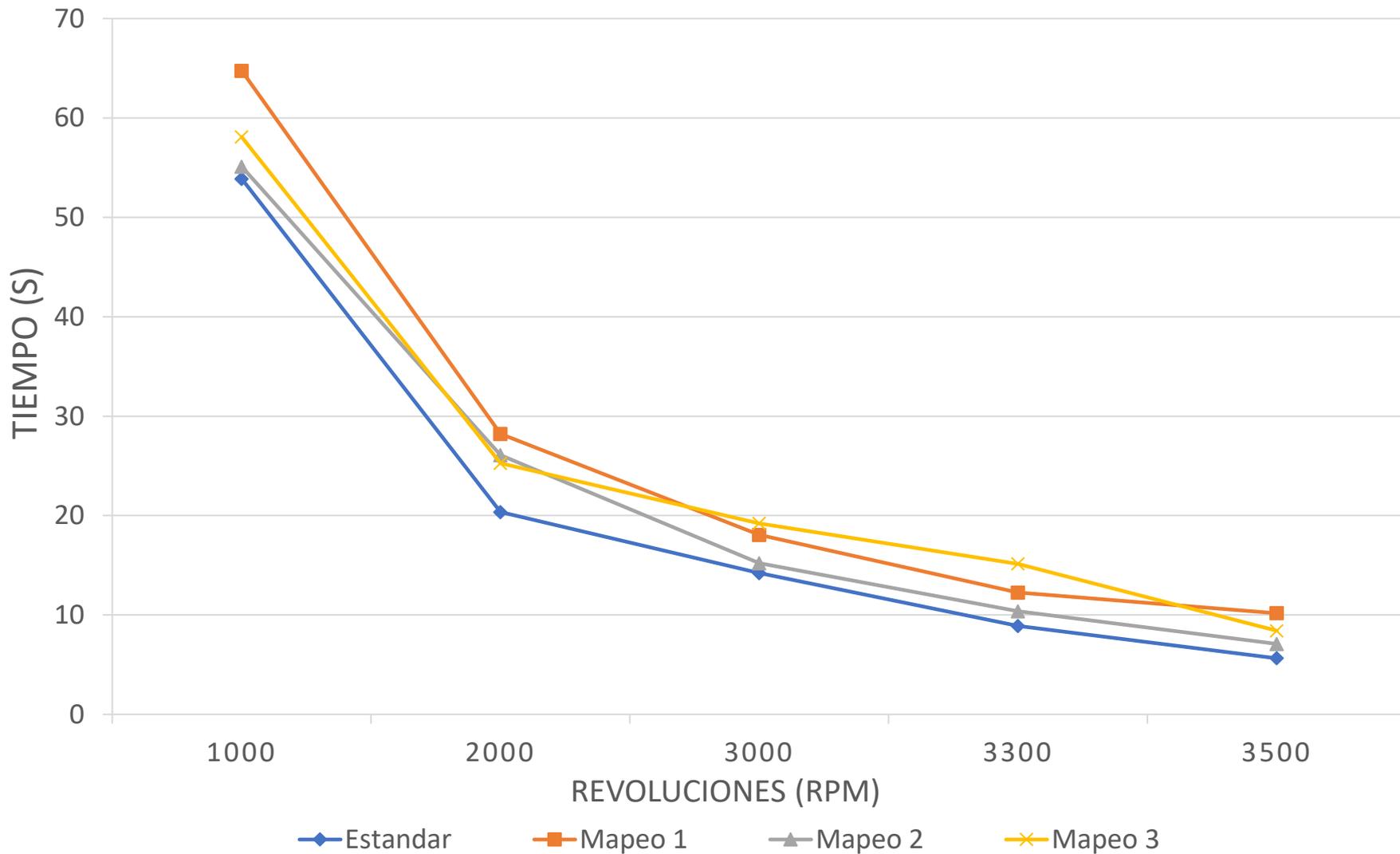
Volumen de 20 ml combustible consumido en función del tiempo.



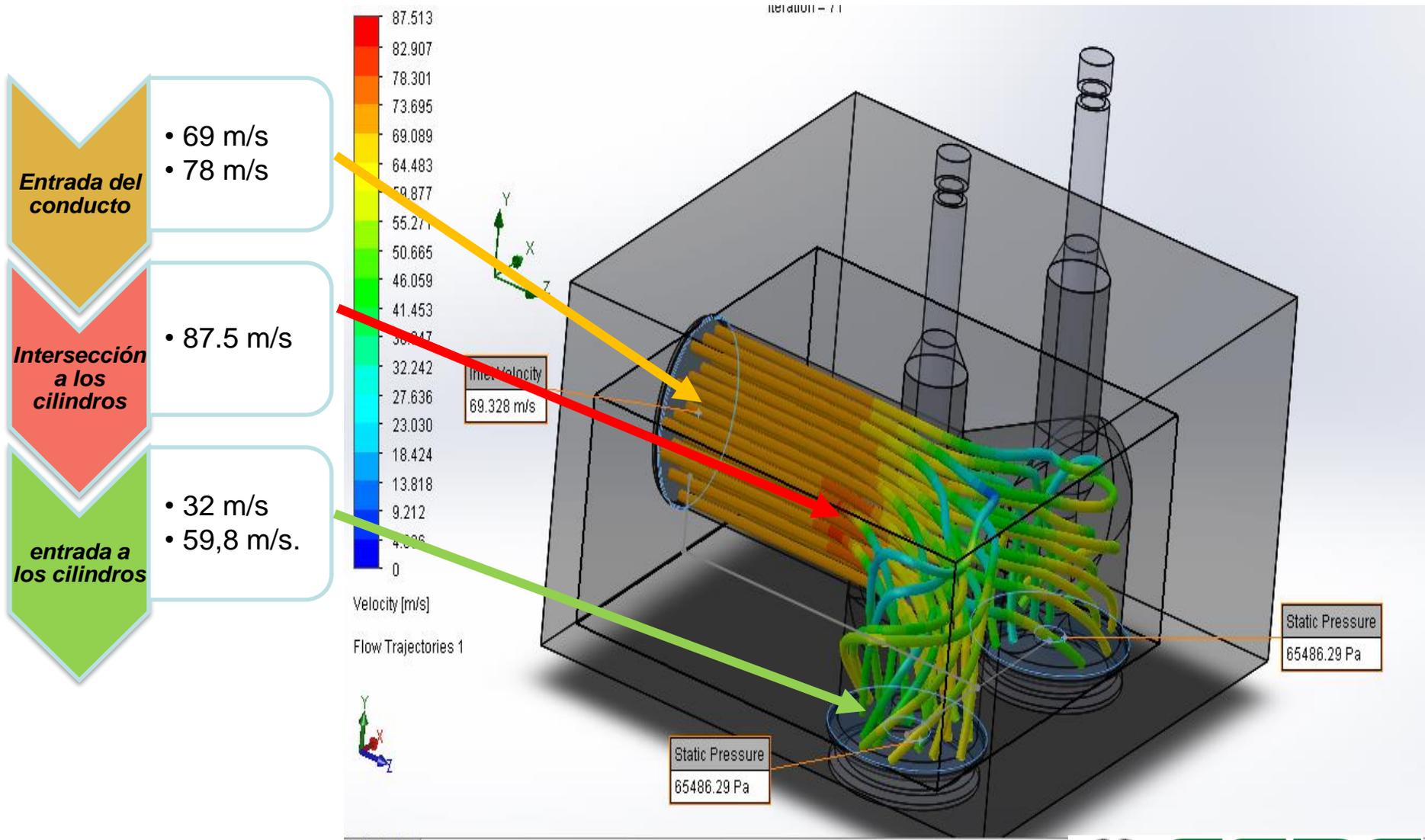
Probeta reglada de 250 ml, manguera de 5/16 y un neplo.



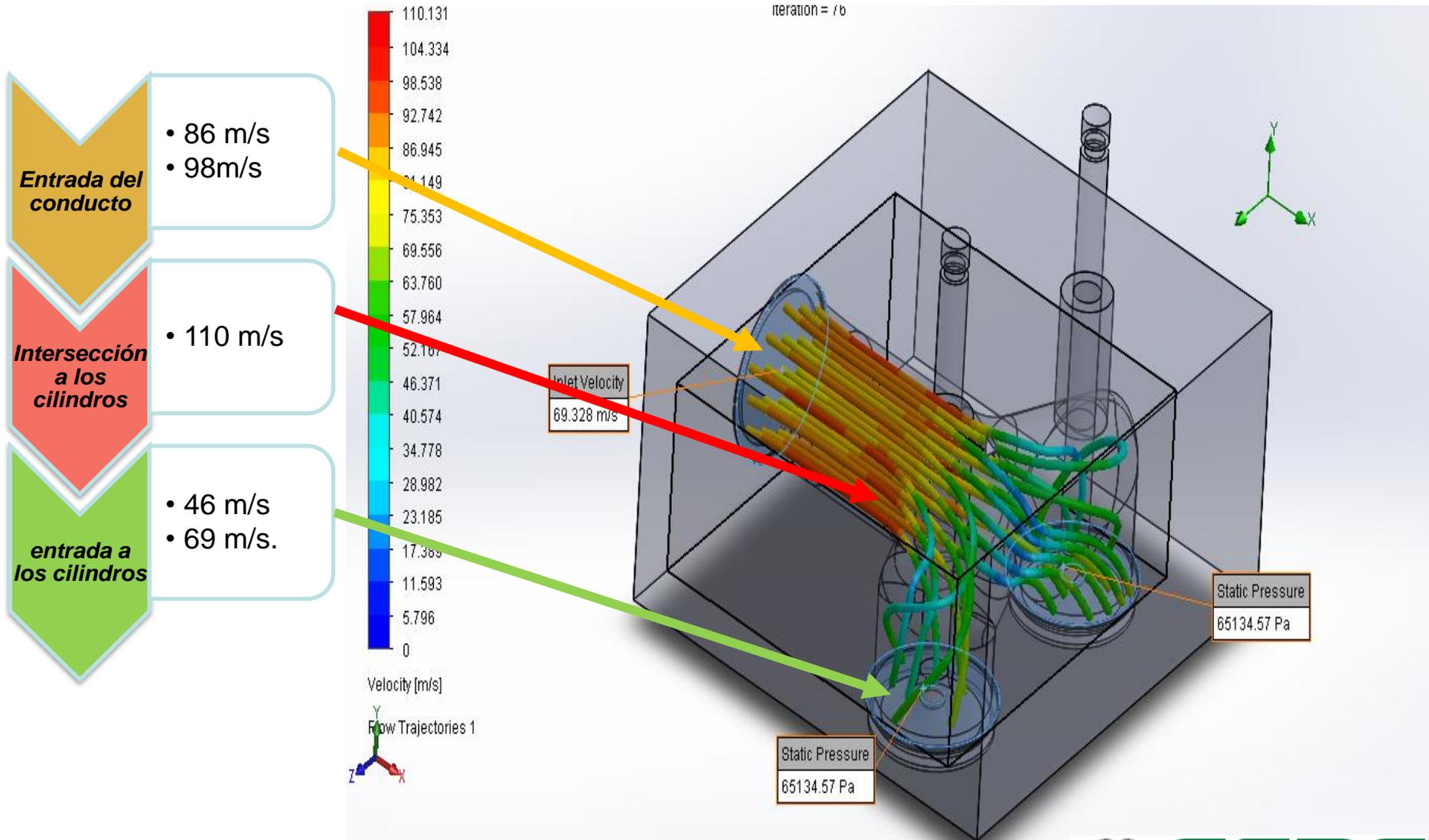
# TIEMPOS TRANSCURRIDOS AL CONSUMIR 20 ML DE COMBUSTIBLE A DIFERENTES RPM



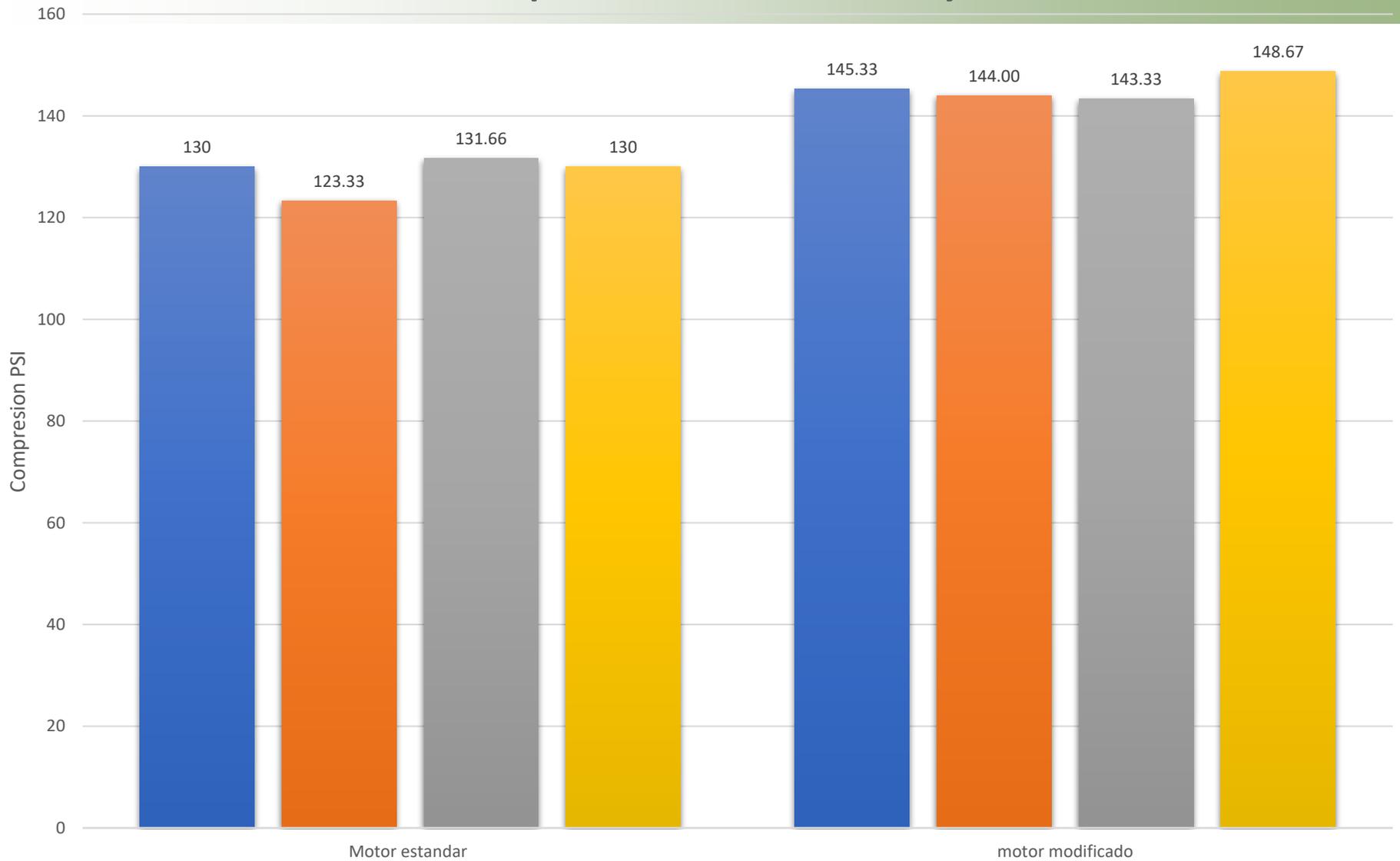
# Simulación de flujo de aire estándar



# Simulación de flujo de aire modificada



# Medicion de Compresion motor estandar y Modificado



■ Cilindro 1 ■ Cilindro 2 ■ Cilindro 3 ■ Cilindro 4



# Tiempo de recorrido del aceite en las paredes internas del block

Tiempo que el  
aceite retorna al  
cárter

Aceite 10w30  
Jeringa de 10 ml  
Cinta métrica.  
Cronómetro.

1 ml de aceite  
10w30  
10 cm de  
recorrido.

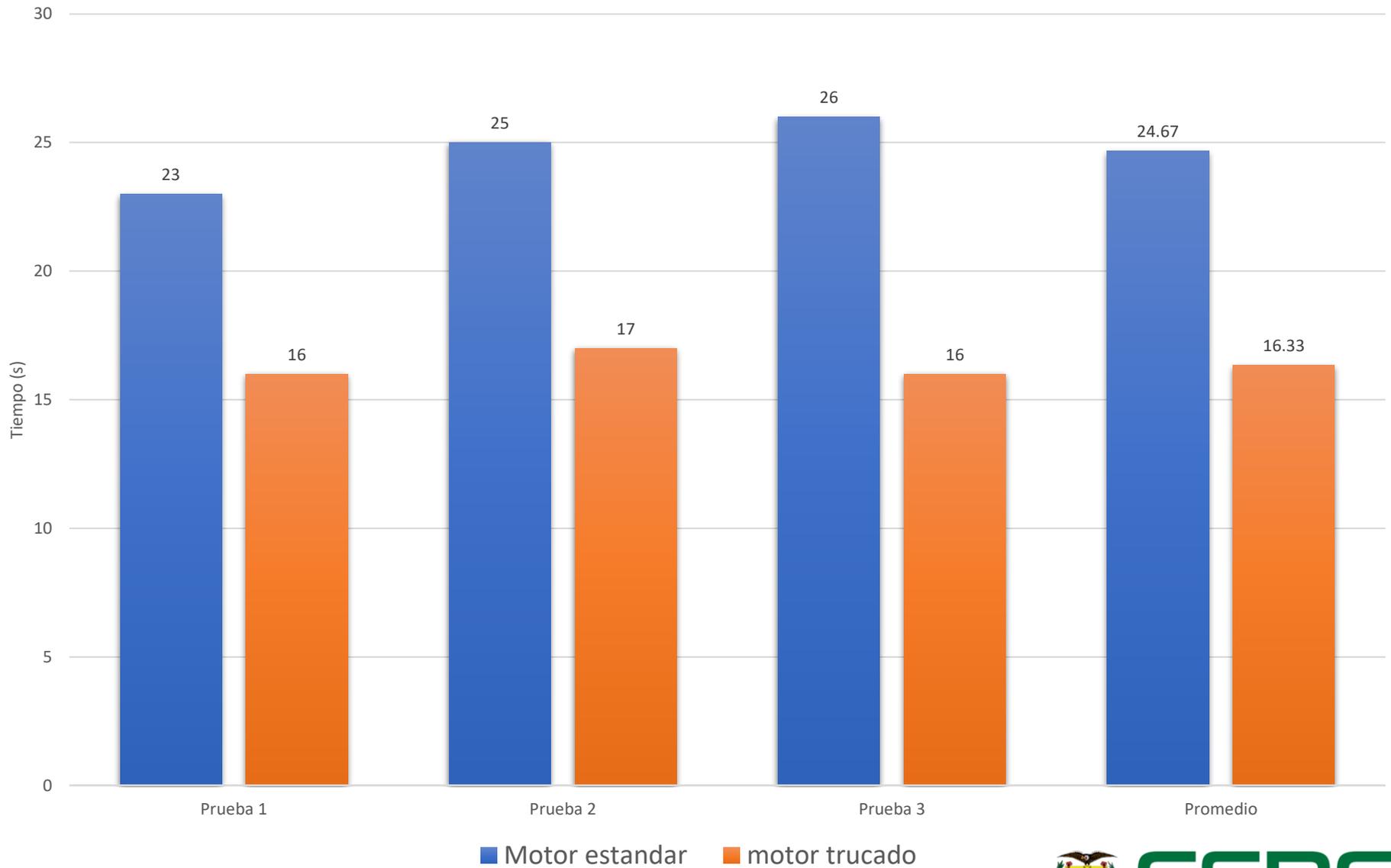
Medición del  
tiempo de  
recorrido



VS



## Tiempo de recorrido del aceite en las paredes internas del block

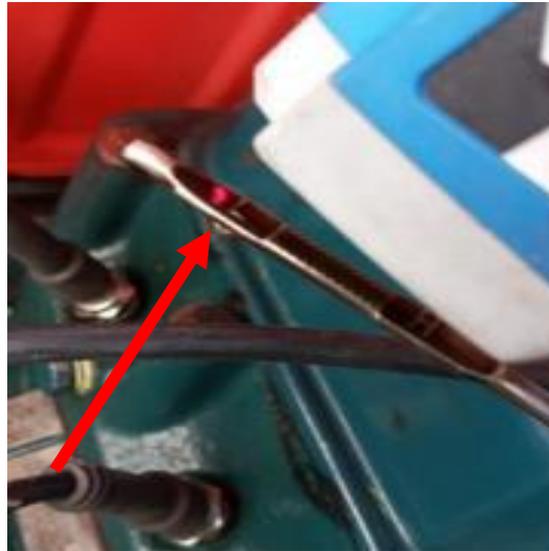


# Medición de temperatura del aceite

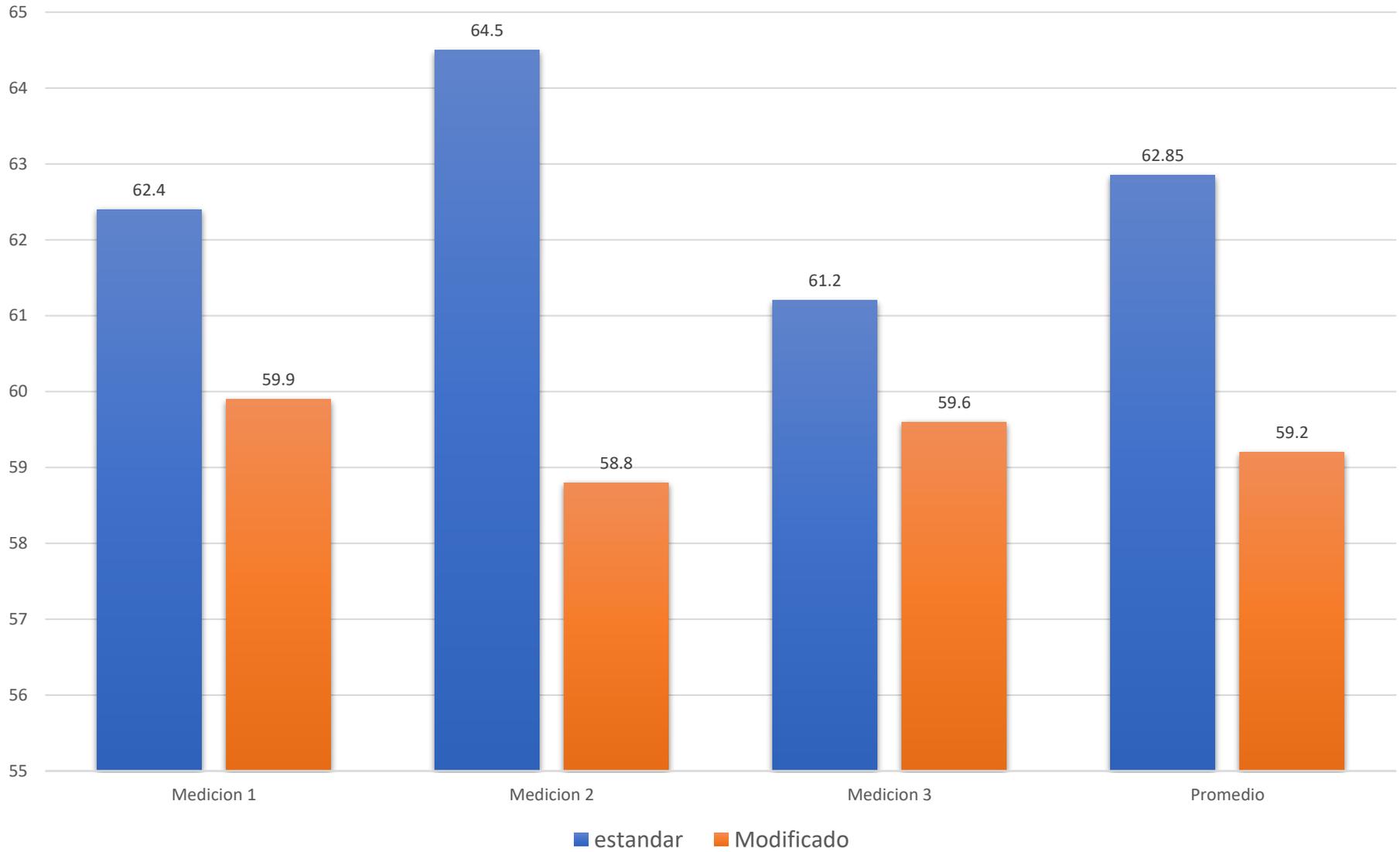
ETEKCITY  
LASERGRIP 1022



Emisividad  
del aceite en  
0.94



# Medicion de temperatura del aceite



# CONCLUSIONES

- Se realizó una medición de temperatura del aceite utilizando un termómetro laser y tomando una muestra de aceite con el medidor de cantidad de aceite (bayoneta), en donde los resultados mostraron que se obtuvo una reducción promedio aproximado de  $3.26^{\circ}$  C en el motor modificado. Además, se realizó una prueba de fluidez de aceite en las paredes internas del block, donde se redujo el tiempo de contacto de la superficie del block con el aceite en un promedio de 33.8%.
- En la prueba de compresión, se utilizó un compresímetro de reloj, y se mostró un aumento de compresión en el motor modificado, de 8,86% a 16,76%, en diferentes cilindros.
- Se concluye con el análisis de 3 mapeos con el motor modificado e implementado el sistema de inyección y encendido electrónico, en donde se realizó una prueba dinamométrica por cada mapeo, dando como resultado un incremento máximo en la potencia en 17.24% a las ruedas y 18.44% en el motor, en relación al torque se mostró un aumento de 21.8%.
- Se realizó la prueba de consumo de combustible del motor estándar y modificado, en base a una prueba con el motor fuera del vehículo, que consiste en obtener el tiempo de consumo de una cierta cantidad de combustible (20 ml). Obteniendo una gráfica comparativa en la que se muestra que el consumo de combustible en el motor modificado con el primer mapeo, se reduce desde un 20,18% 80,49%, en diferentes revoluciones.



# RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar cuerpos de aceleración individuales de menor diámetro debido a que al conectar el flujo de dos ductos del ITB a un ducto de la culata hay una gran cantidad de ingreso de aire, mismo que puede llegar a ser perjudicial y dificultoso en la programación de los parámetros del motor.
- Para estudios posteriores se recomienda variar la posición de los ITB con respecto a su ángulo y a la distancia de separación de la culata. Además de variar la forma de la base de los ITB por una más recta y horizontal con respecto al ducto de ingreso de la culata.
- Se recomienda la aplicación de métodos diferentes para el refuerzo de la línea de bancada, y estudiar a profundidad la incidencia con la fuerza que se genera en el muñón de bancada y el porcentaje de refuerzo que se le aplica.
- Se recomienda la implementación de un sensor de temperatura de aire debido a que al momento de la programación facilita y permite un ajuste de los parámetros del motor más finos y más precisos.
- Para estudios posteriores al tema, se recomienda un análisis a profundidad relacionando el rendimiento volumétrico con la incidencia de los trabajos en los conductos de admisión.



# BIBLIOGRAFÍA

Acosta, F. (2018). *Implementación de un módulo programable multipunto ITBs con árbol de levas trucado* ( Tesis de Pregrado).

Santo Domingo: Universidad Tecnológica Equinoccial.

Benítez, R. (2014). *Sistema de combustible por carburador e introduccion a la inyeccion electronica*. Mexico: Mecanica

Automotriz Facil.

Bravo, B. (2012). *Optimizacion del rendimiento volumetrico a partir de la modificacion de un multiple de admision*. La Plata.

Cabezas, W., & Moyano, M. (2016). *Análisis de torque, potencia consumo de combustible y emiciones contaminantes a diferentes concentraciones de gasolina/etanol de un banco de pruebas motor Corsa 1,6 lt de la C.I.A* (Tesis de Pregado).

Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Gillieri, S. (2007). *Preparacion de Motores de Serie para Competicion*. Barcelona: Ceac.

González , D. (2015). *Motores termicos y sus sistemas auxiliares*. Madrid: Parninfo. Recuperado el 10 de Abril de 2020

Mecanica Automotriz. (6 de septiembre de 2016). *Manual de Trucaje y Modificaciones de Motores para el Aumento de Potencia*.

Recuperado el 20 de marzo de 2020, de mecanicoautomotriz.org: <https://www.mecanicoautomotriz.org/1674-manual-trucaje-motores-aumento-potencia-modificaciones>

# Gracias por su atención



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA