



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Sede
Latacunga**



**DEPARTAMENTO DE ENERGÍA MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**TEMA: “TRUCAJE ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE
COMBUSTIBLE DEL MOTOR ROTAX MAX 125 CC MONOCILÍNDRICO DE
DOS TIEMPOS, PARA UTILIZARLO EN COMPETICIÓN DE KARTING ”**

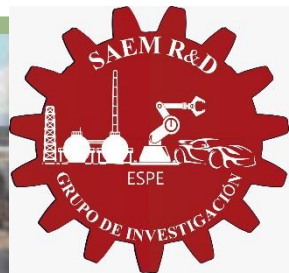
AUTORES:

**GALARZA NOROÑA, JORGE RAÚL
GALLO VERA, STEVEN ORLANDO**

DIRECTOR:

**ING. ERAZO LAVERDE, WASHINGTON
GERMÁN**

LATACUNGA, 2020





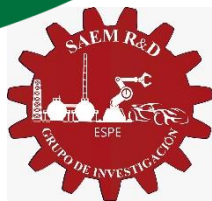
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Sede
Latacunga**



“El futuro le pertenece a aquellos que creen en la belleza de sus sueños”.

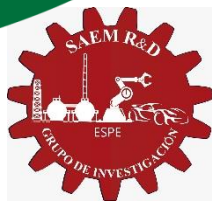
Eleanor Roosevelt





RESUMEN

El presente proyecto plantea la implementación de las tecnologías actuales del ámbito automotor en la modalidad de competencia Karting con el fin de mejorar las prestaciones de los motores de carreras empleados para dicha disciplina.





OBJETIVO GENERAL

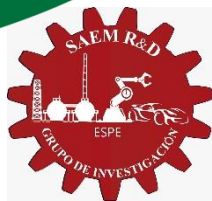
Realizar el trucaje electrónico del sistema de alimentación de combustible del motor Rotax Max 125 cc monocilíndrico de dos tiempos, para utilizarlo en competición de karting.





OBJETIVOS ESPECÍFICOS

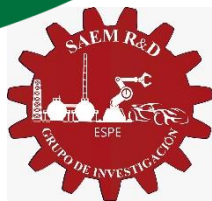
- Determinar los parámetros mecánicos del motor mediante la realización de pruebas dinamométricas.
- Seleccionar e instalar el nuevo sistema de alimentación de combustible con asistencia electrónica considerando el uso del cuerpo de aceleración TBI, en el motor Rotax Max 125cc monocilíndrico de dos tiempos.
- Programar la ECU con los diferentes mapas de inyección necesarios para las pruebas dinamométricas y en pista.





OBJETIVOS ESPECÍFICOS

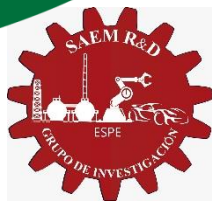
- Efectuar pruebas dinamométricas al motor con el sistema de inyección electrónica y realizar un análisis de su comportamiento en funcionamiento a plena carga.
- Tabular datos de los resultados obtenidos y generar las curvas de torque y potencia del motor.
- Analizar los resultados de las pruebas realizadas y valorar la factibilidad del proyecto realizado.





HIPÓTESIS

¿La implementación del sistema de control electrónico en el sistema de alimentación permitirá tener mejores prestaciones en el aspecto mecánico y energético del motor Rotax Max 125 cc?





EQUIPOS.

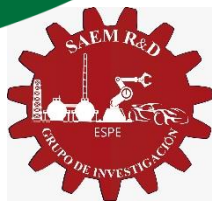
- Motor Rotax max 125cc.
- Megasquirt 2 extra.
- Cable de conexión.
- Chasis CRG.
- Sensores.
- Actuadores.

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.

- Multímetro automotriz.
- Banco de pruebas inercial.
- MyChron 5.

SOFTWARE EMPLEADOS

- TunerStudio MS.
- Software GS.
- Race Studio.
- LiveWire.
- Paquete de Office





FICHA TÉCNICA DEL MOTOR ROTAX MAX 125CC.



Tipo de motor.	Rotax max.
Cilindrada.	125cc.
Diseño	Motor mono cilíndrico de 2 tiempos.
Peso	23,1 kg.
Potencia rpm.	15 kw / 8500 rpm.
Momento de giro rpm.	17 Nm / 8500 rpm.
Ralentí.	1500 rpm a 2000 rpm.
Bujía.	Denso IW 31, M14x1.25
Calibración del electrodo	0.45 – 0.7 mm.
Combustible.	Súper.
Lubricación del motor.	Mezcla de aceite con combustible, aceite sintético de 2 tiempos.
Relación de mezcla.	1:50 (2% de aceite).
Lubricación del accionamiento del diferencial.	Aceite de motor SAE 15W40.
Embrague.	Embrague centrífugo.





FICHA TÉCNICA DE LA ECU MEGASQUIRT 2 EXTRA.



Megasquirt 2 extra	
Especificaciones técnicas.	Conexión mediante usb 2.0.
	Conexión vía bluetooth.
	Conectores que soportan 13 amperios.
	Harnes de 1.5 metros.
	Sensor map incluido de 4 bares.
	Entradas de sensores inductivos y sensores hall para el cigüeñal y levas.
	4 salidas de inyección para inyectores de alta impedancia.
Funciones	4 salidas de inyección, secuencial y semi-secuencial.
	Carga en speed density (sensor map), alpha-n (posición de tps), maf (medidor de flujo) o mezclas entre ellas.
	Control de presión de turbo.
	Controla el electro ventilador.
	Mapa 16x16 o 16x32 de combustible.
Mapa 12 x 12 o 12 x 24 de encendido.	





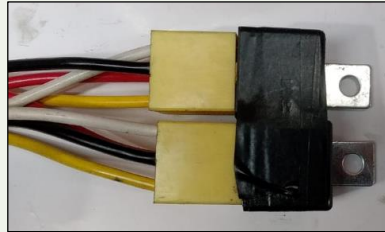
Cortacorriente



Pulsador de arranque



Conexión con relé.



Fusibles



ADAPTACIONES ELÉCTRICAS.





ADAPTACIONES MECÁNICAS.

Acople del cuerpo de aceleración



Soporte del sensor ckp.



Bomba de combustible y regulador de presión.



Rueda fónica



Soporte de bobina.



Acople del sensor de temperatura.





SENSORES.

Sensor TPS + IAT.



Sensor
temperatura del
refrigerante.



Sensor posición
del cigüeñal.



ACTUADORES.

Inyector.



Bobina de encendido.

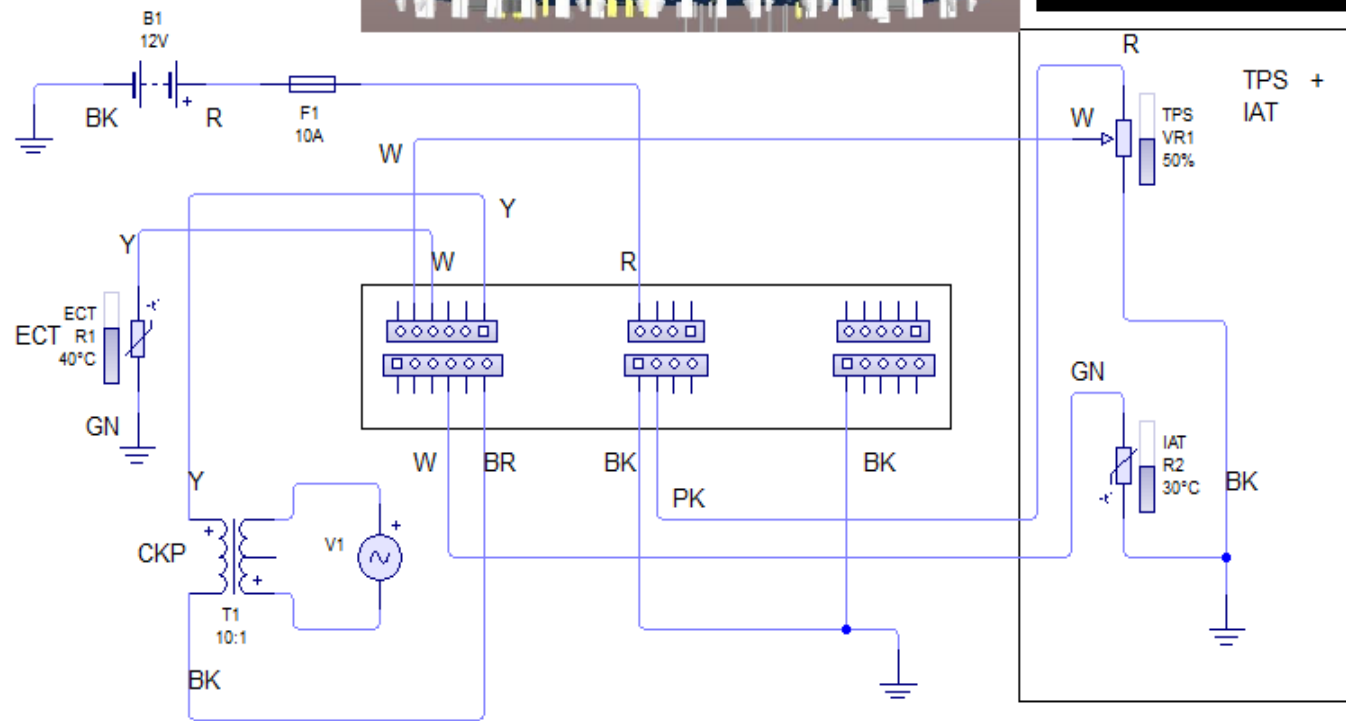
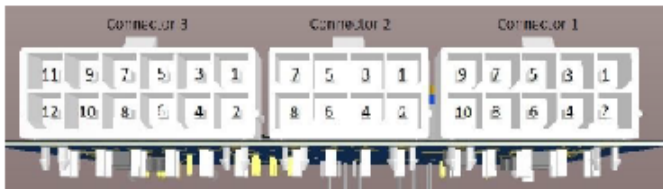


Bomba de combustible.





DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE LOS SENSORES.

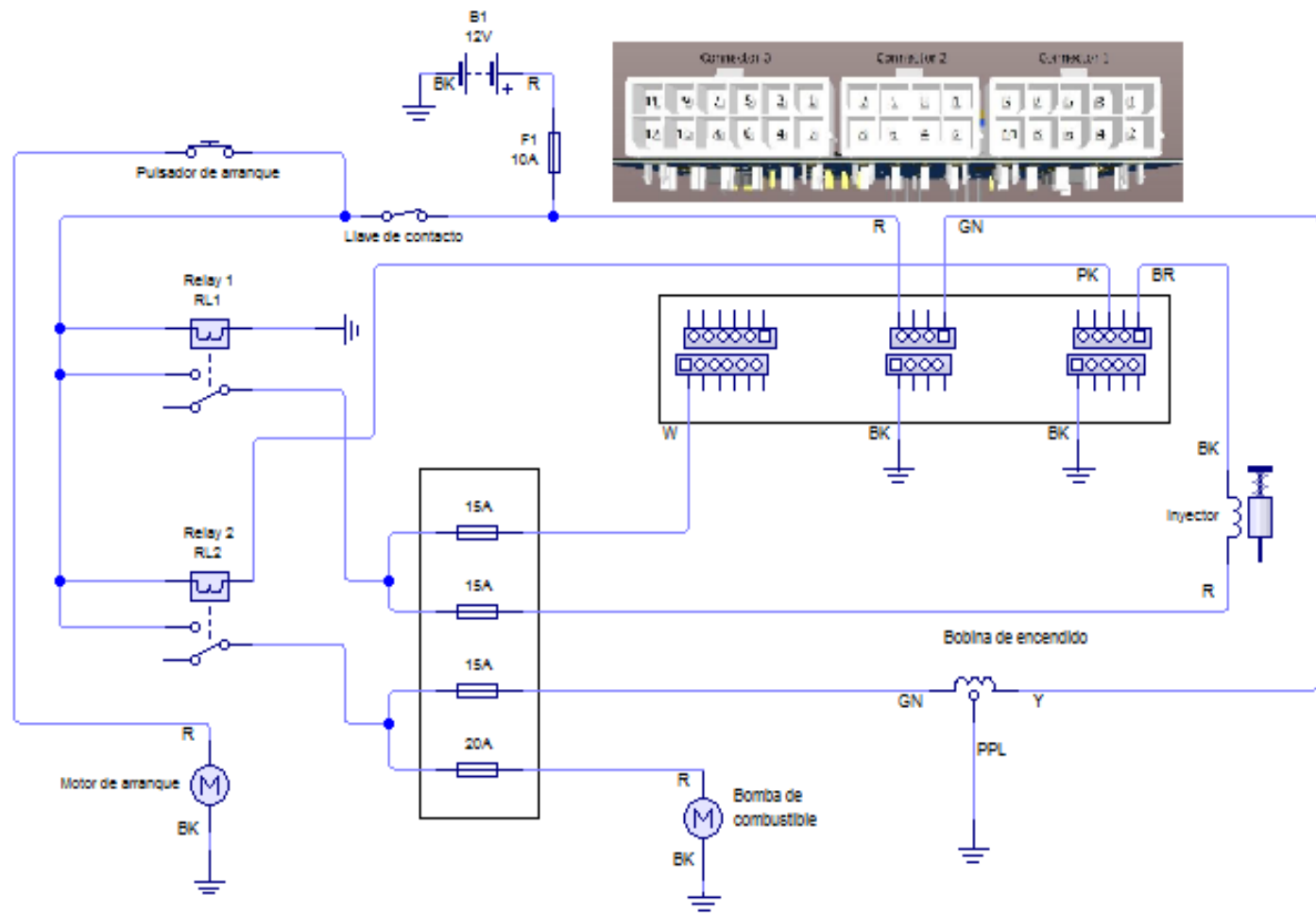


- TPS + IAT
- R = RED = ROJO
 - BK = BLACK = NEGRO
 - W = WHITE = BLANCO
 - GN = GREEN = VERDE
 - BR = BROWN = CAFÉ
 - PK = PINK = ROSADO
 - PPL = PURPLE = PURPURA
 - Y = YELLOW = AMARILLO





DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE LOS ACTUADORES.



- R = RED = ROJO
- BK = BLACK = NEGRO
- W = WHITE = BLANCO
- GN = GREEN = VERDE
- BR = BROWN = CAFÉ
- PK = PINK = ROSADO
- PPL = PURPLE = PURPURA
- Y = YELLOW = AMARILLO



SOFTWARE TUNERSTUDIO.

The screenshot displays the TunerStudio MS interface. On the left, there is a dashboard with several gauges: a tachometer at 99 RPM, a speedometer at 64 MPH, a fuel gauge at 12.71, and a temperature gauge at 20.4. A 3D surface plot in the center shows a peak at 110.1 and a valley at 53.0. On the right, a data table is visible with columns for various parameters and rows of numerical data. The table includes headers for parameters like '108', '106', '104', '103', '102', '101', '100', '99', '97', '95', '94', '92', '90', '88', '86', '84', '82', '80', '78', '76', '74', '72', '71', '69', '67', '65', '63', '61', '59', '58', '57', '56', '55', '54', '53', '52', '51', '50', '49', '48', '47', '46', '45', '44', '43', '42', '41', '40', '39', '38', '37', '36', '35', '34', '33', '32', '31', '30', '29', '28', '27', '26', '25', '24', '23', '22', '21', '20', '19', '18', '17', '16', '15', '14', '13', '12', '11', '10', '9', '8', '7', '6', '5', '4', '3', '2', '1', '0'.

EFI ANALYTICS

TUNER STUDIO MS

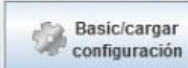
Starting TunerStudio MS 3.1.02





TunerStudio MS Lite! v3.1.04 - Mapa seteado (MS2/Extra 3.4.2 release 20160421 11:50BST(c)KC/JSM/JB MS2) EFI Simplified

Archivo Opciones Registro de datos Comunicaciones Herramientas Ayuda



Cluster de indicadores Puesta a punto y Dyno Vistas Gráficos y registro Diagnóstico y los registradores de alta velocidad Melodía analizar vivo! -Canción para ti Notas



No está listo	No arranque	ASE OFF	EUA OFF	TPS Accel enriquecer	Mapa Accel enriquecer	Desaceleración de TPS	Mapa Decel	Error de configuración	Necesita Burn	Pérdida de datos	No RPM sincronizado
sincronización de media RPM	Combustible Tbl sw	SPK Tbl sw	NZO 1	NZO 2	Límite	Lanzamiento	Cambio plana	corte chispa	Por impulso	CL inactivo	Golpe
Sin corte de combustible	T-registro	Error de MAPsample!	Modo de prueba	No hay límite suave	Ningún cambio de SS.	California	Registro de datos		No conectado	Protocol Error	

Online: Mapa seteado

VE Analyze Live!

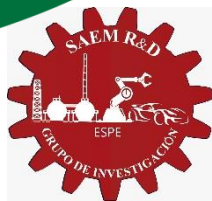
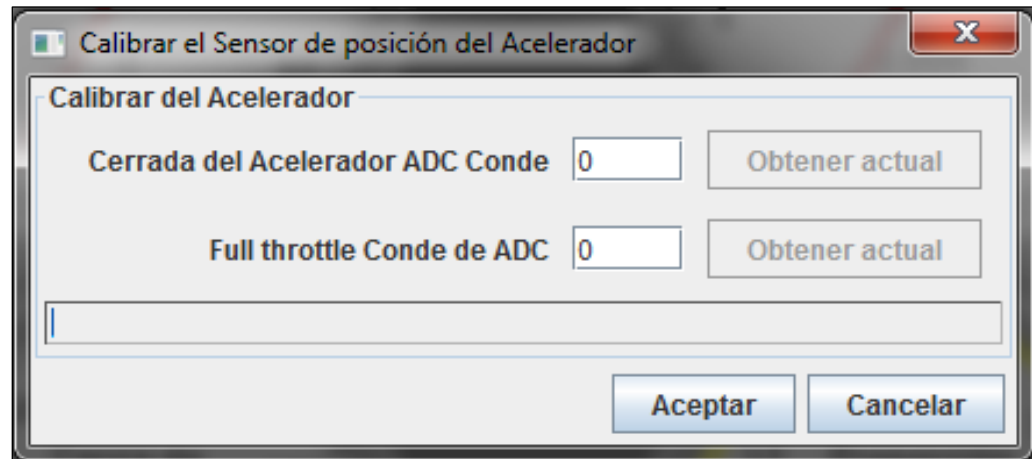
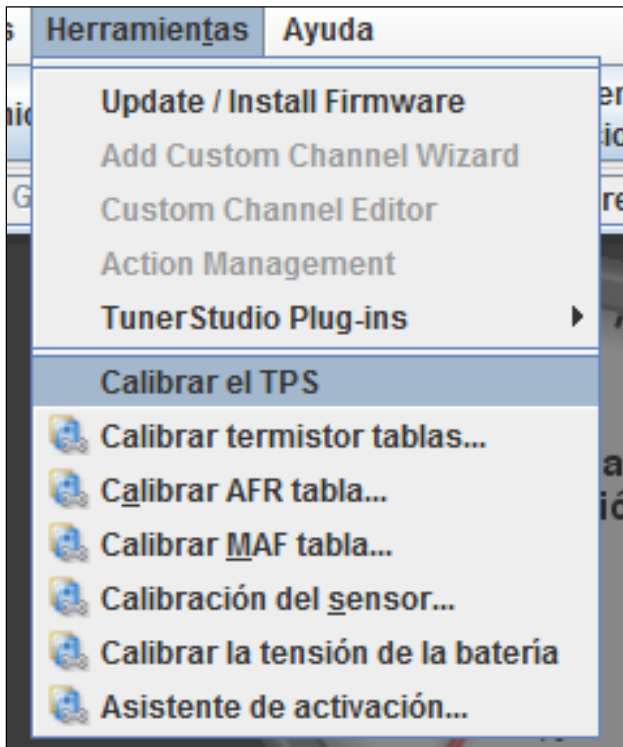
[Learn More!](#)

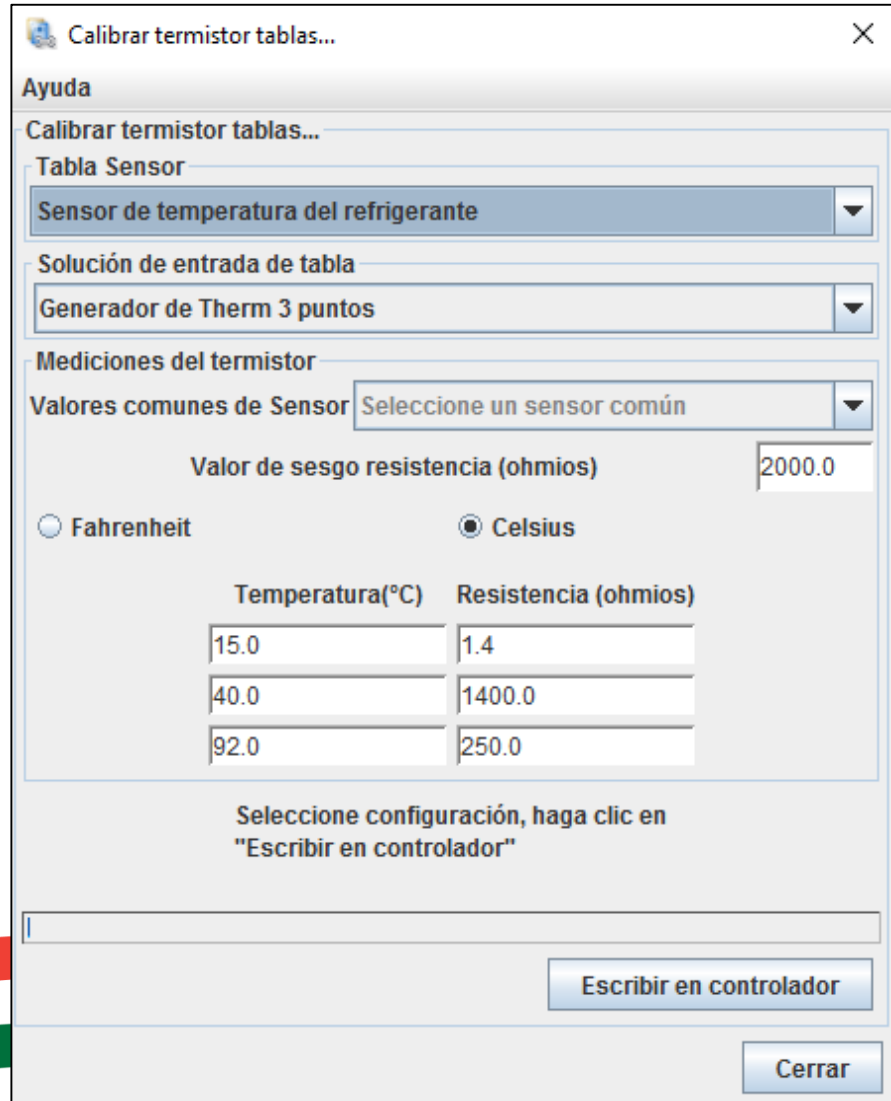
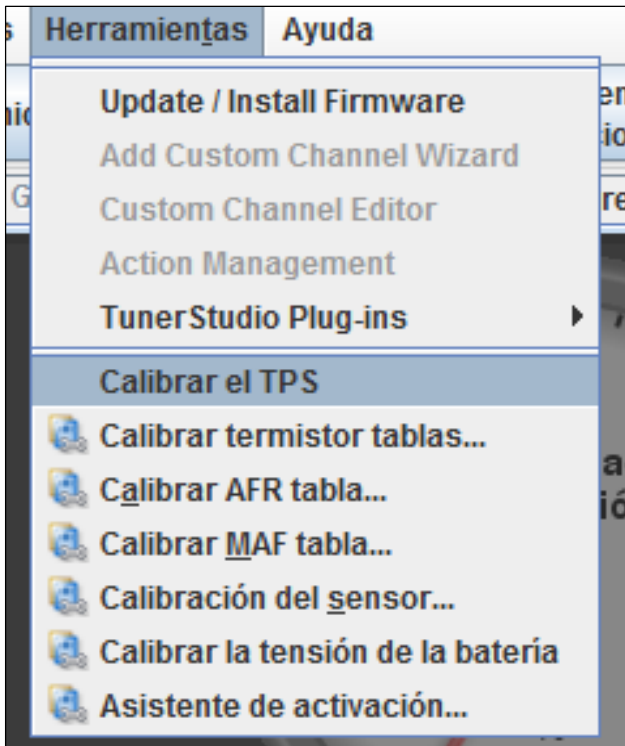
CurrentTune.msq





CALIBRACIÓN DE SENSORES.







Modo de prueba de salida - Inj/Spk

Ver Ayuda

Modos de Prueba de salida

Controles del modo de prueba

Activar el modo de prueba Desactivar el modo de prueba

Asegurar el motor está parado o stim RPM es 0 antes de probar los inyectores o bobinas

Bomba de combustible

Bomba de combustible en Desactivar la bomba de combustible

Prueba de la bobina

Intervalo de salida(MS) 199.9 Inicio

RPM (Coil-On-Plug)(RPM) 600

Modo de prueba de bobina Uno Parada

Bobina de salida Para probar Coila

Permanencia(MS) 3.0

Prueba del inyector

Intervalo de salida(MS) 199.9 Inicio

RPM (Full secuencial)(RPM) 600

Modo de prueba del inyector Apagado

De prueba Para el canal del inyector Inj1

Anchura de impulso(MS) 6.000

Número total de inyecciones 03297536 Parada

Nota: El siguiente sólo se aplica a Inj1 y Inj2 salidas de incendio por lotes

Parámetros PWM inyector Estándar

Límite actual de PWM(%) 30

Umbral de tiempo PWM(MS) 1.0

Período PWM del inyector(nos) 66

Como a menudo el bobina/inyector de pulso.

Quemar Cerrar

medidores de referencia



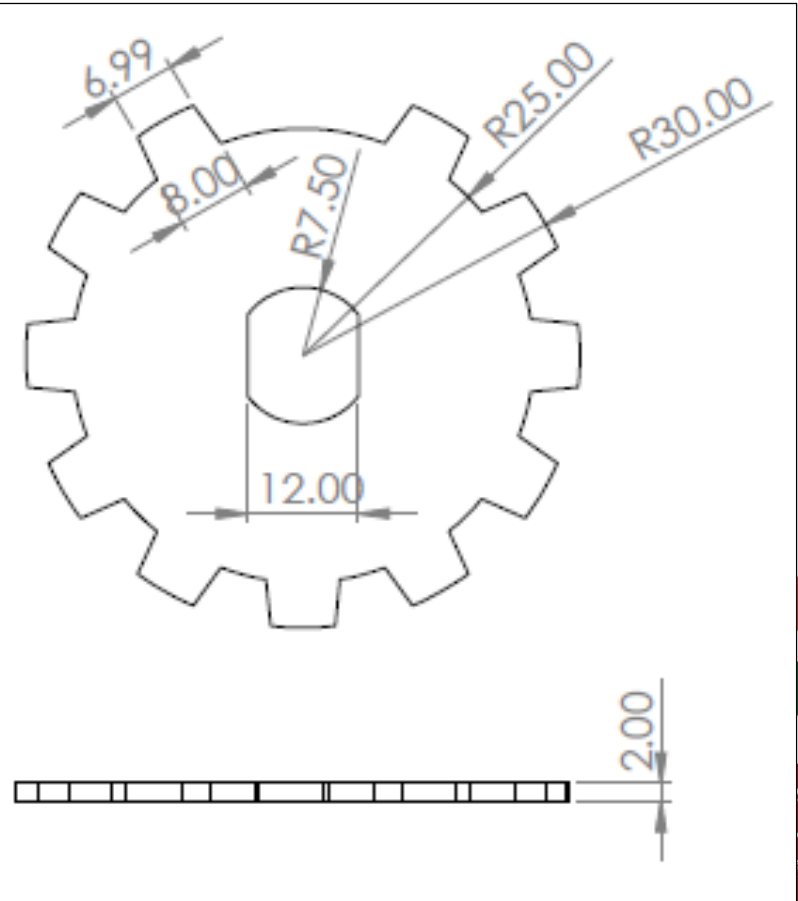
ACTIVACIÓN DE ACTUADORES.





Mecanismo de desencadenamiento de ruedas	Sola rueda con faltante
Dientes de la rueda de desencadenador(dientes)	12
Dientes perdidos(dientes)	1
Ángulo de diente # 1(DEG BTDC)	130.0
velocidad de la rueda	Rueda manivela
En segundo gatillo activos en	Flanco ascendente
Nivel Para la Fase 1	Bajo
Y cada rotación del ..	CAM

CONFIGURACIÓN RUEDA FÓNICA.



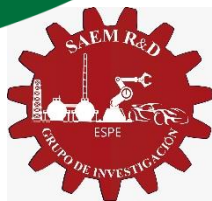


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sede
Latacunga



DESARROLLO DE PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sede
Latacunga



BANCO DE PRUEBAS INERCIAL.





Gráficos Adquisición Configuración

Transmisión

Piñón: 12

Corona: 85

Relación: 7,083

Factores climáticos

Temperatura (°C): 21,0

Presión atmosférica (hPa): 1013

Humedad relativa (%): 50

Corrección:

- Sin corrección
- DIN 70020
- SAE J1349
- SAE J607

Factor de corrección: 0,980

Gráficos

Suavizar

Adquisición

Escala de RPM:

Min: 5000 Max: 12000

RPM max: 14000

Ventana tiempo (ms): 1000

SOFTWARE GS.

Gráficos Adquisición Configuración

0,0

Potencia (HP) vs RPM

tiempo (s)
Torque (Nm)
Potencia (HP)

00
00
00





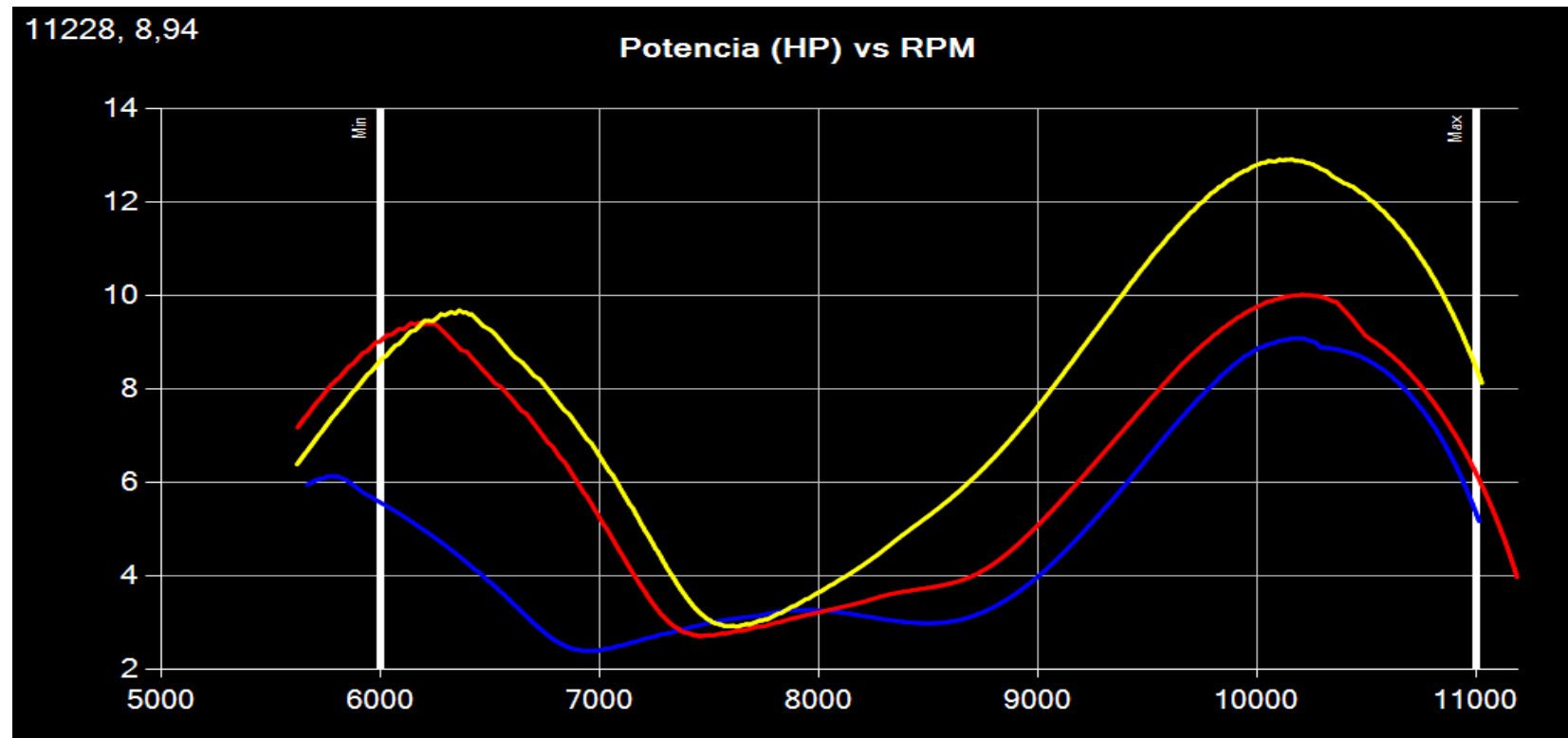
PRIMERA PRUEBA A CARBURADOR.

DELL'ORTHO "QS".





CURVAS DE POTENCIA PRUEBA N°1.

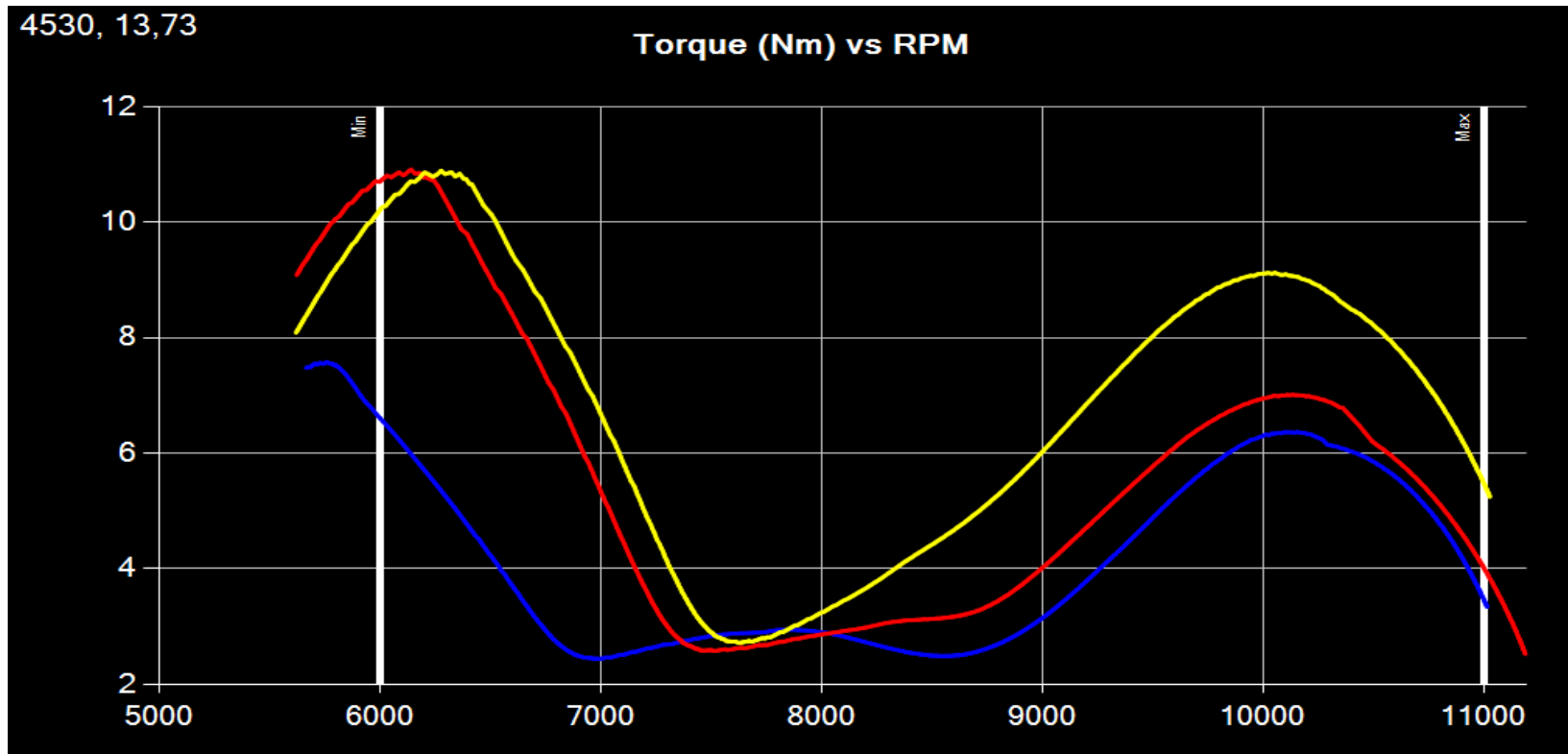


La potencia máxima obtenida es en la curva amarilla con 12.91 HP a 10163 rpm





CURVAS DE TORQUE PRUEBA N°1.



El torque máximo obtenido es en la curva roja con 10.90 Nm a 6143 rpm.





SEGUNDA PRUEBA CON MAPA BASE.





CONFIGURACIONES GENERALES .

Configuración del motor y secuenciales

Ver Ayuda

Configuración del motor y secuenciales

Calculate Required Fuel

Combustible necesario... 2.6
(MS) 2.60

Algoritmo de control Alfa-N

Provechos por ciclo de motor 1

Puesta en escena del inyector Simultánea

Motor trazo/Rotary Dos tiempos

No. Cilindros/rotores 1

Número de inyectores 1

Tipo de motor Incluso fuego

Tamaño de la maquina(CC) 125

Cada inyector Tamaño(CC) 325

Calculadora de combustible requerido

Calculadora de combustible requerido

Desplazamiento del motor 125

Número de cilindros 1

Flujo del inyector 325

Relación aire-combustible 12.5

Unidades
 CID CC
 lb / hr CC/min

Ok Cancelar

Limitador de Rev

Ver Ayuda

Limitador de Rev

Límite de revoluciones DURO

Límite Rev(RPM) 14500

Zona Soft Limit / histéresis(RPM) 200

LIMITADOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE

Rev limitador CLT Based Normal

Límite de revoluciones TPS Bypass(TPS%) 90.0

retraso de la chispa

Modo de retraso de la chispa Retraso progresivo

Retraso máximo(DEG) 12.0

Para retardar(DEG) 10.0

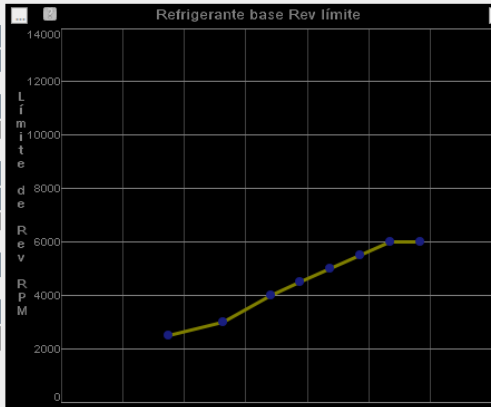
CUT SPARK

La limitación de habilitar el corte Spark En

CORTE DE COMBUSTIBLE

Activar limitación de corte de combustible Apagado

Progresiva corte de combustible Apagado



Configuración general

Ver Ayuda

Configuración general

Configuración de sensor de Baro

Corrección barométrica Ninguno

Baro tiempo real Puerto MAPA

Límite superior(kPa) 105.0

Límite inferior(kPa) 80.0

Baro por defecto(kPa) 100.0

Antiguo calc baro Apagado

Configuración del Sensor MAP

MAPA Puerto del sensor de entrada Apagado

Configuración general del Sensor

Factor de retraso promedio de mapa 50

Factor de retraso promediando MAF 50

Factor de retraso promedio de RPM 50

Factor de retraso promedio de TPS 50

Factor de retraso promedio de lambda 60

Factor de retraso CLT/estera/batería/Baro 50

Doble uso de tabla Tabla

Tabla de combustible Tamaño 16 x 16

Nota: Las tablas de combustible de exportación antes de cambiar y, a continuación, importar

MegaView Temp. Unidades Tablas de refrigerante/MAT en °C





CONFIGURACIONES GENERALES .

Inyector Dead-Time / PWM

Ver Ayuda

Inyector Dead-Time / PWM

Banco 1

Tiempo muerto del inyector @ .2v 13(MS)

Corrección de voltaje de batería(MSV)

PWM limitación actual

Límite actual de PWM(%)

Umbral de tiempo PWM(MS)

Período PWM del inyector(nos)

Ajustes diferentes del Banco

Banco 2

Opciones de encendido / decodificador de ruedas

Ver Ayuda

Opciones de encendido / decodificador de ruedas

Modo de encendido (mareado, SEDA, rueda)

Ángulo de disparo/desplazamiento(DEG)

Ángulo entre principal y retornar(DEG)

En primer ángulo Oddfire

GM HEI / Opciones DIS

Utilice Cam señal Si Disponible

Fases Oddfire

Skip pulsos

Captura de entradas de encendido

Salida de chispa

Número de bobinas

Spark Un pin de salida (D14 preferido)

Avance fijo

Predicción de uso

Momento para el avance fijo(grados)

Manubrio permanencia(MS)

Avance de arranque(grados)

Multiplex de Toyota

Tipo de permanencia

Detención nominal(MS)

Duración de la chispa(MS)

Tiempo de permanencia(MS)

deber de permanencia(%)

Mecanismo de desencadenamiento de ruedas

Dientes de la rueda de desencadenador(dientes)

Dientes perdidos(dientes)

Ángulo de diente # 1(DEG BTDC)

velocidad de la rueda

En segundo gatillo activos en

Nivel Para la Fase 1

Y cada rotación del ..





AFR tabla 1

Ver Herramientas Ayuda

100.0	13.0	12.9	12.9	12.8	12.8	12.7	12.6	12.5	12.5	12.2	12.2	12.2
95.0	13.0	12.9	12.9	12.8	12.8	12.7	12.6	12.5	12.5	12.5	12.3	12.3
85.0	13.0	12.9	12.9	12.8	12.8	12.7	12.6	12.5	12.5	12.5	12.5	12.4
80.0	13.0	13.0	13.1	13.0	13.0	12.9	13.0	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
75.0	13.2	13.2	13.5	13.3	13.3	13.2	13.0	12.6	12.5	12.5	12.5	12.5
70.0	13.4	13.4	13.9	13.7	13.6	13.6	13.1	12.7	12.6	12.6	12.6	12.6
60.0	13.5	13.8	14.5	14.3	14.1	14.1	13.5	12.8	12.7	12.6	12.6	12.6
55.0	13.6	14.1	15.0	14.9	14.7	14.7	14.0	12.9	12.8	12.7	12.6	12.6
50.0	13.5	14.0	15.2	15.2	15.0	14.7	14.0	13.0	12.9	12.8	12.7	12.6
45.0	13.4	13.9	15.5	15.5	15.4	14.9	14.1	13.0	12.9	12.8	12.7	12.7
35.0	13.2	13.7	15.7	15.7	15.5	14.9	14.0	13.0	12.9	12.8	12.7	12.7
30.0	13.0	13.5	16.0	16.0	16.0	14.9	14.0	13.0	12.9	12.8	12.7	12.7

CONFIGURACIONES GENERALES .

Combustible VE tabla 1

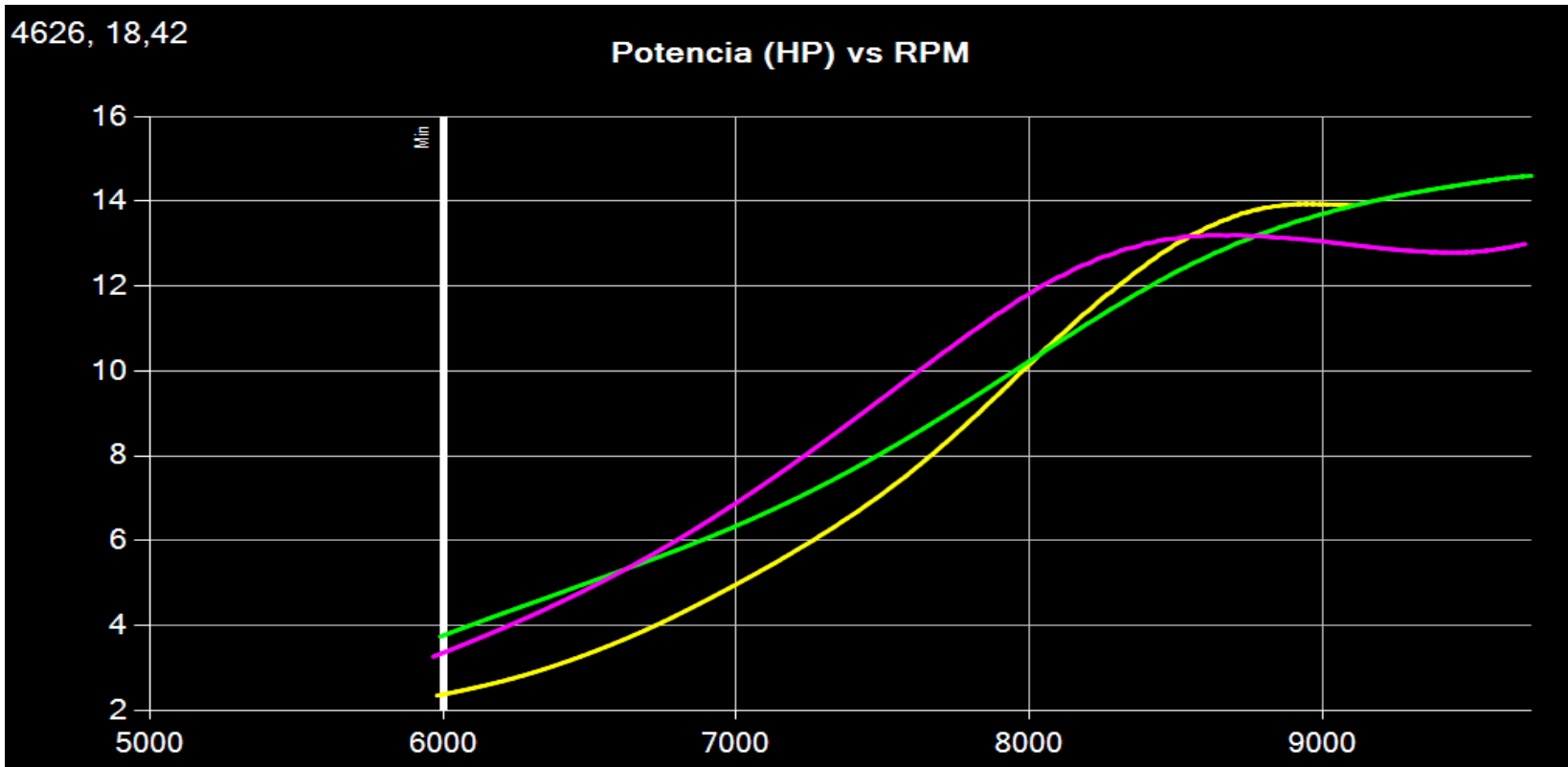
Ver Herramientas Ayuda

100.0	53	53	53	53	53	52	52	52	52	51	50	46	42	39	35	33
95.0	52	52	52	52	52	52	51	51	51	50	49	46	42	39	36	34
90.0	52	52	52	52	51	51	51	50	50	49	48	45	42	39	36	35
80.0	51	51	50	50	50	50	49	49	49	48	46	44	42	40	38	37
70.0	49	49	49	49	49	48	48	47	47	46	45	43	42	40	39	38
65.0	49	49	49	48	48	48	47	47	47	45	44	43	42	41	40	39
60.0	48	48	48	48	47	47	46	46	46	44	43	42	42	41	40	40
50.0	47	47	47	46	46	46	45	45	44	43	41	40	39	39	38	37
40.0	46	46	46	45	45	44	44	43	43	41	39	38	38	37	36	35
35.0	45	45	45	45	44	43	43	42	42	40	38	37	37	36	35	34
25.0	44	44	44	43	43	42	42	41	41	39	37	36	35	34	33	32
18.0	43	43	43	42	42	41	41	40	40	38	35	34	33	32	31	31
12.0	42	42	42	42	41	40	40	39	39	37	34	33	32	31	30	29
6.0	42	42	41	41	40	40	39	38	38	36	33	32	31	30	29	28
3.0	41	41	41	41	40	39	39	38	38	35	33	32	30	29	28	27
1.0	41	41	41	40	40	39	38	38	37	35	32	31	30	29	28	27

RPM



CURVAS DE POTENCIA PRUEBA N°2 MAPA BASE.

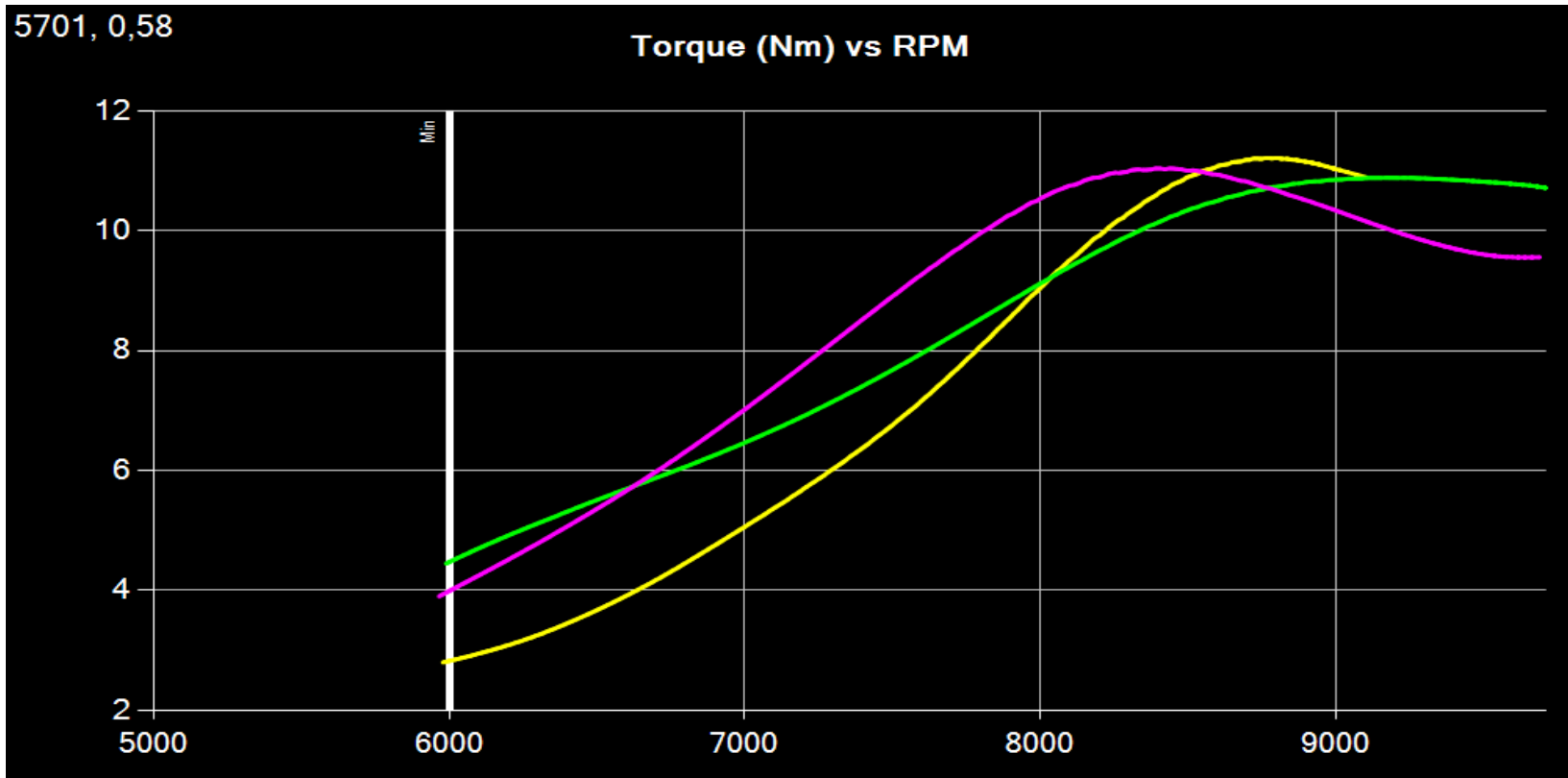


La máxima potencia se obtuvo en la curva de color verde con 14.60 HP a 9707 rpm





CURVAS DE TORQUE PRUEBA N°2 MAPA BASE.



El torque máximo se obtuvo en la curva amarilla con 11.21 Nm a 8762 rpm.





TERCERA PRUEBA CON PRIMERA MODIFICACIÓN.

TunerStudio MS Lite! v3.1.04 - Mapa 3 (MS2/Extra 3.4.2 release 20160421 11:50BST(c)KC/JSM/JB MS2) EFI Simplified

Archivo Opciones Registro de datos Comunicaciones Herramientas Ayuda

Basic/cargar configuración Configuración de combustible Configuración de encendido Puesta en marcha/ aceleración Accel enriquecer

Configuración del motor y secuenciales

Ver Ayuda

Configuración del motor y secuenciales

Calculate Required Fuel

Combustible necesario... 2.6 (MS) 2.60

Algoritmo de control Alfa-N

Provechos por ciclo de motor

Puesta en escena del inyector

Motor trazo/Rotary

No. Cilindros/rotores

Número de inyectores

Tipo de motor

Tamaño de la maquina(CC) 125

Cada inyector Tamaño(CC) 325

inyección secuencial

inyección secuencial Inyección lento

disparador temporizado

Tiempos fijos o mesa

Número de valores de temporización

Calculadora de combustible requerido

Calculadora de combustible requerido

Desplazamiento del motor 125 Unidades

Número de cilindros 1 CID CC

Flujo del inyector 31.0 lb/hr CC/min

Relación aire-combustible 14.7

Ok Cancelar

Pulso sola activación RPM

En la histéresis de un solo pulso de activación RPM

Inyección fija Timing 3(DEG)

Fija sincronización de inyección de 3 etapas en Cuando(DEG)

15000

100

90.0

90.0

tablas de recortar de VE

controladores estándar

AFR tabla 1

100.0	13.0	12.9	12.9	12.8	12.8	12.7	12.6	12.5	12.5	12.2	12.2	
95.0	13.0	12.9	12.9	12.8	12.8	12.7	12.6	12.5	12.5	12.5	12.3	
85.0	13.0	12.9	12.9	12.8	12.8	12.7	12.6	12.5	12.5	12.5	12.4	
80.0	13.0	13.0	13.1	13.0	13.0	12.9	13.0	12.5	12.5	12.5	12.5	
75.0	13.2	13.2	13.5	13.3	13.3	13.2	13.0	12.6	12.5	12.5	12.5	
70.0	13.4	13.4	13.9	13.7	13.6	13.6	13.1	12.7	12.6	12.6	12.6	
60.0	13.5	13.8	14.5	14.3	14.1	14.1	13.5	12.8	12.7	12.6	12.6	
55.0	13.6	14.1	15.0	14.9	14.7	14.7	14.0	12.9	12.8	12.7	12.6	
50.0	13.5	14.0	15.2	15.2	15.0	14.7	14.0	13.0	12.9	12.8	12.7	
45.0	13.4	13.9	15.5	15.5	15.4	14.9	14.1	13.0	12.9	12.8	12.7	
35.0	13.2	13.7	15.7	15.7	15.5	14.9	14.2	13.2	13.0	12.9	12.8	
30.0	13.0	13.5	16.0	16.0	16.0	14.9	14.3	13.2	13.1	13.2	13.0	
	500	800	1100	1400	2000	2600	3100	3700	4300	4900	5400	6000

la 1

Ayuda

53	53	53	52	52	52	52	51	50	46	42	39	35	33	
52	52	52	52	51	51	51	50	49	46	42	39	36	34	
52	52	51	51	51	50	50	49	48	45	42	39	36	35	
50	50	50	50	49	49	49	48	46	44	42	40	38	37	
49	49	49	48	48	47	47	46	45	43	42	40	39	38	
49	48	48	48	47	47	47	45	44	43	42	41	40	39	
48	48	47	47	46	46	46	44	43	42	42	41	40	40	
47	46	46	46	45	45	44	43	41	40	39	39	38	37	
46	45	45	44	44	43	43	41	39	38	38	37	36	35	
45	45	44	43	43	42	42	40	38	37	37	36	35	34	
44	43	43	42	42	41	41	39	37	36	35	34	33	32	
43	42	42	41	41	40	40	38	35	34	33	32	31	31	
42	42	41	40	40	39	39	37	34	33	32	31	30	29	
41	41	40	40	39	38	38	36	33	32	31	30	29	28	
41	41	40	39	39	38	38	35	33	32	30	29	28	27	
41	40	40	39	38	38	37	35	32	31	30	29	28	27	
	1101	1401	2001	2601	3101	3700	4000	6000	8000	9000	10000	11000	12000	12500

RPM Ve a Configuración para activar Windows.

sin sincronización de media RPM Combustible Tbl sw SPK Tbl sw N2O 1 N2O 2 Límite

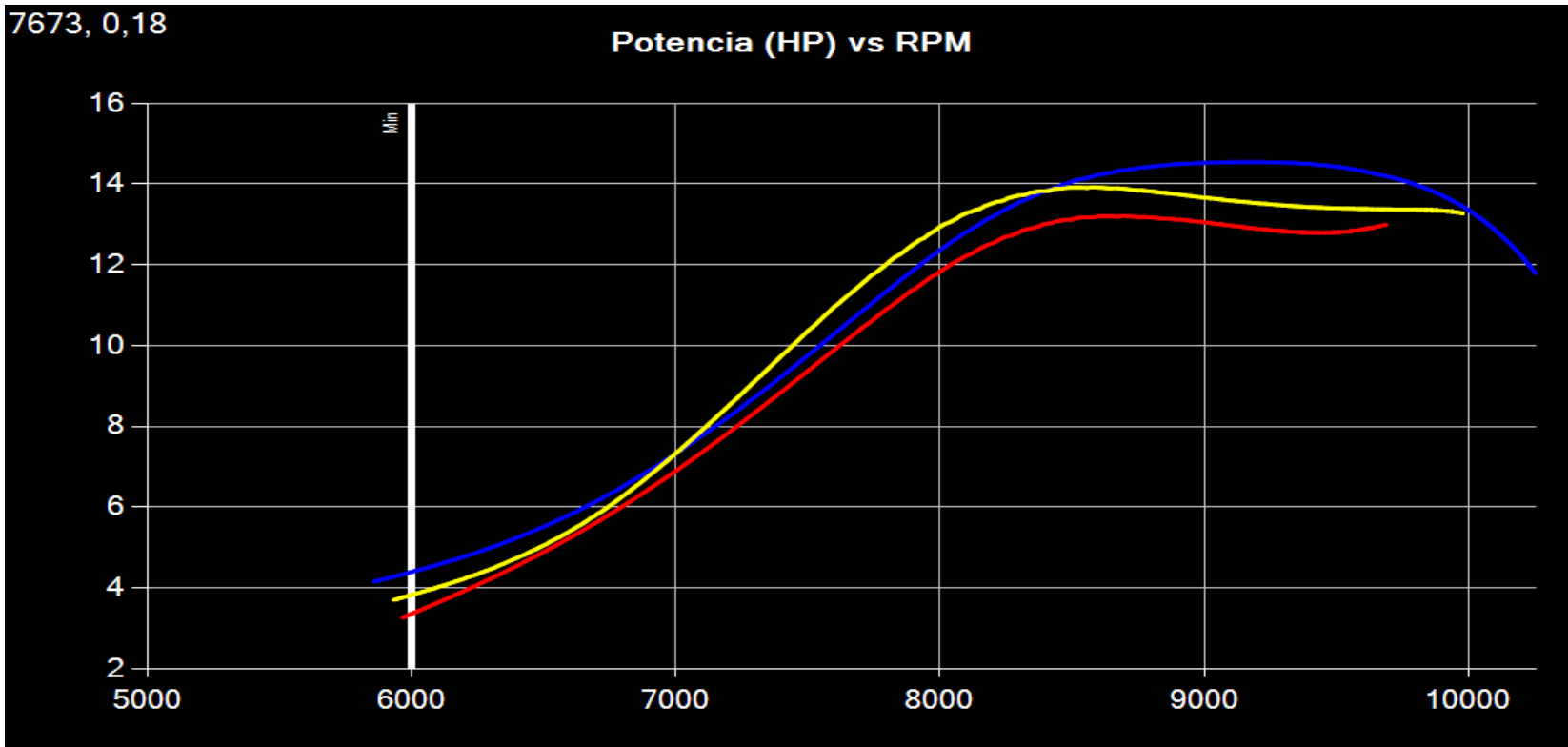
Sin corte de combustible T-registro Error de MAPsample! Modo de prueba No hay límite suave Ningún cambio de SS

Quemar Cerrar





CURVAS DE POTENCIA PRUEBA N°3 PRIMERA MODIFICACIÓN.

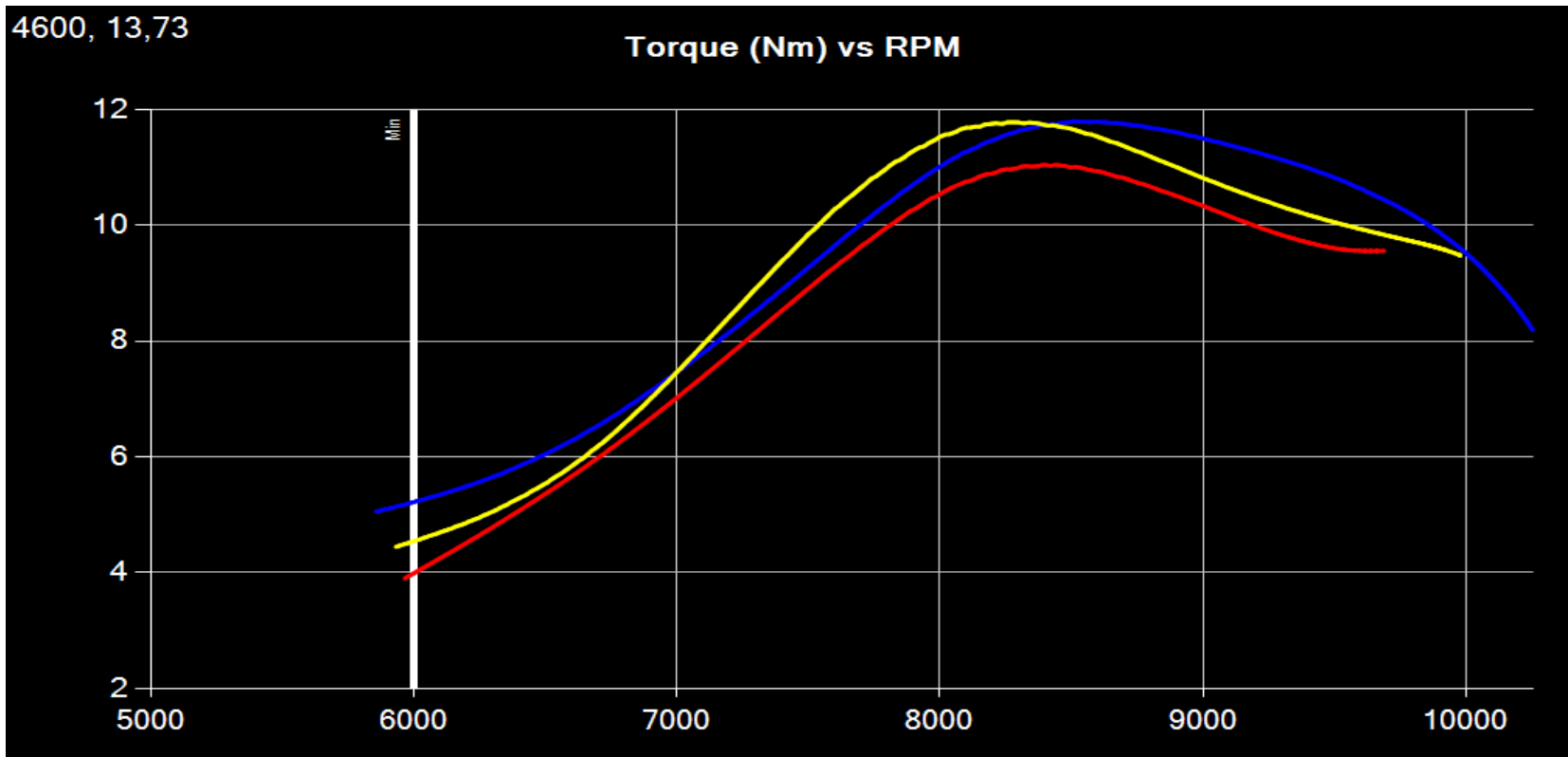


La potencia máxima como muestra en la curva de color azul con 14.55 HP a 9163 rpm.

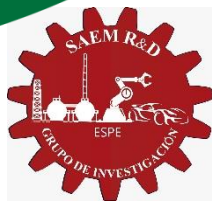




CURVAS DE TORQUE PRUEBA N°3 PRIMERA MODIFICACIÓN.



El torque máximo como se produjo en la curva color azul con 11.79 Nm a 8513 rpm





CUARTA PRUEBA CON LA SEGUNDA MODIFICACIÓN.

TunerStudio MS Lite! v3.1.04 - Mapa 4 (MS2/Extra 3.4.2 release 20160421 11:50BST(c)KC/JSM/JB MS2) EFI Simplified

Mapa de encendido / decodificador de ruedas

Mapa de encendido (mareado, SEDA, rueda) Ruedas dentadas

Mapa de disparo/desplazamiento(DEG) 15.00

Entre principal y retornar(DEG) 50.0

Ángulo Oddfire 90

Modo de encendido Apagado

Cam señal Si Disponible Apagado

Modo Oddfire Alternativo

Modo de bobinas 3

Modo de bobinas Bobina única

Modo de bobinas D14

Modo de bobinas sensor de MAP

Modo de bobinas Normal

Modo de desencadenamiento de ruedas Sola rueda con faltante

Modo de desencadenamiento de ruedas 12

Modo de desencadenamiento de ruedas 1

Modo de desencadenamiento de ruedas 128.0

Modo de desencadenamiento de ruedas Rueda manivela

Modo de desencadenamiento de ruedas Flanco ascendente

Modo de desencadenamiento de ruedas Bajo

Modo de desencadenamiento de ruedas CAM

Avance fijo

Predicción de uso

Momento para el avance fijo(grados)

Manubrio permanencia(MS)

Avance de arranque(grados)

Multiplex de Toyota

Tipo de permanencia

Detención nominal(MS)

Duración de la chispa(MS)

Tiempo de permanencia(MS)

Deber de permanencia(%)

Nota: Latencia de hardware

Latencia de hardware de

Indicador LED Medio

Poner en marcha retardo

Retraso(MS)

Ángulos Oddfire personalizada

1 180

3° 180

AFR tabla 1

	500	800	1100	1400	2000	2600	3100	3700	4300	4900	5400	6000
100.0	13.0	12.9	12.9	12.8	12.8	12.7	12.6	12.5	12.5	12.2	12.2	12.2
95.0	13.0	12.9	12.9	12.8	12.8	12.7	12.6	12.5	12.5	12.5	12.3	12.3
90.0	13.0	12.9	12.9	12.8	12.8	12.7	12.6	12.5	12.5	12.5	12.5	12.4
85.0	13.0	13.0	13.1	13.0	13.0	12.9	13.0	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
80.0	13.0	13.0	13.1	13.0	13.0	12.9	13.0	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
75.0	13.2	13.2	13.5	13.3	13.3	13.2	13.0	12.6	12.5	12.5	12.5	12.5
70.0	13.4	13.4	13.9	13.7	13.6	13.6	13.1	12.7	12.6	12.6	12.6	12.6
60.0	13.5	13.8	14.5	14.3	14.1	14.1	13.5	12.8	12.7	12.6	12.6	12.6
55.0	13.6	14.1	15.0	14.9	14.7	14.7	14.0	12.9	12.8	12.7	12.6	12.6
50.0	13.5	14.0	15.2	15.0	14.7	14.0	13.0	12.9	12.8	12.7	12.6	12.6
45.0	13.4	13.9	15.5	15.5	15.4	14.9	14.1	13.0	12.9	12.8	12.7	12.7
40.0	13.2	13.7	15.7	15.7	15.5	14.9	14.2	13.2	13.0	12.9	12.8	12.7
35.0	13.0	13.5	16.0	16.0	16.0	14.9	14.3	13.2	13.1	13.2	13.1	13.0
30.0	13.0	13.5	16.0	16.0	16.0	14.9	14.3	13.2	13.1	13.2	13.1	13.0

RPM

Quemar Cerrar

	850	900	1101	1401	2001	2601	3101	3700	4000	6000	8000	9000	10000	11000	12000	12500
100.0	53	53	53	53	53	52	52	52	52	51	50	46	42	39	35	33
95.0	52	52	52	52	52	52	51	51	51	50	51	48	44	41	36	34
90.0	52	52	52	52	51	51	51	50	49	49	50	47	44	41	36	35
80.0	51	51	50	50	50	49	49	49	48	48	48	46	44	42	38	37
70.0	49	49	49	49	49	48	48	47	47	46	47	46	45	44	42	39
65.0	49	49	49	48	48	48	47	47	47	45	46	45	44	43	40	39
60.0	48	48	48	48	47	47	46	46	46	46	45	45	44	42	41	40
50.0	47	47	47	46	46	46	45	45	45	46	45	43	40	39	38	37
40.0	46	46	46	45	45	44	44	43	43	41	39	38	38	37	36	35
35.0	45	45	45	45	44	43	43	42	42	40	38	37	37	36	35	34
25.0	44	44	44	43	43	42	42	41	41	39	37	36	35	34	33	32
18.0	43	43	43	42	42	41	41	40	40	38	35	34	33	32	31	31
12.0	42	42	42	42	41	40	40	39	39	37	34	33	32	31	30	29
6.0	42	42	41	41	40	40	39	38	38	36	33	32	31	30	29	28
3.0	41	41	41	41	40	39	39	38	38	35	33	32	30	29	28	27
1.0	41	41	41	40	40	39	38	38	37	35	32	31	30	29	28	27

RPM

Quemar Cerrar

Temperatura del refrigerante

Actualización!

Activar Windows

No RPM sincronizada

Golpe

Quemar Cerrar

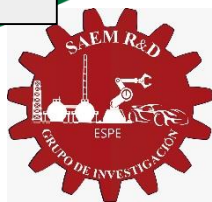


INTERPOLACIÓN DE LA TABLA VE.

Combustible VE tabla 1

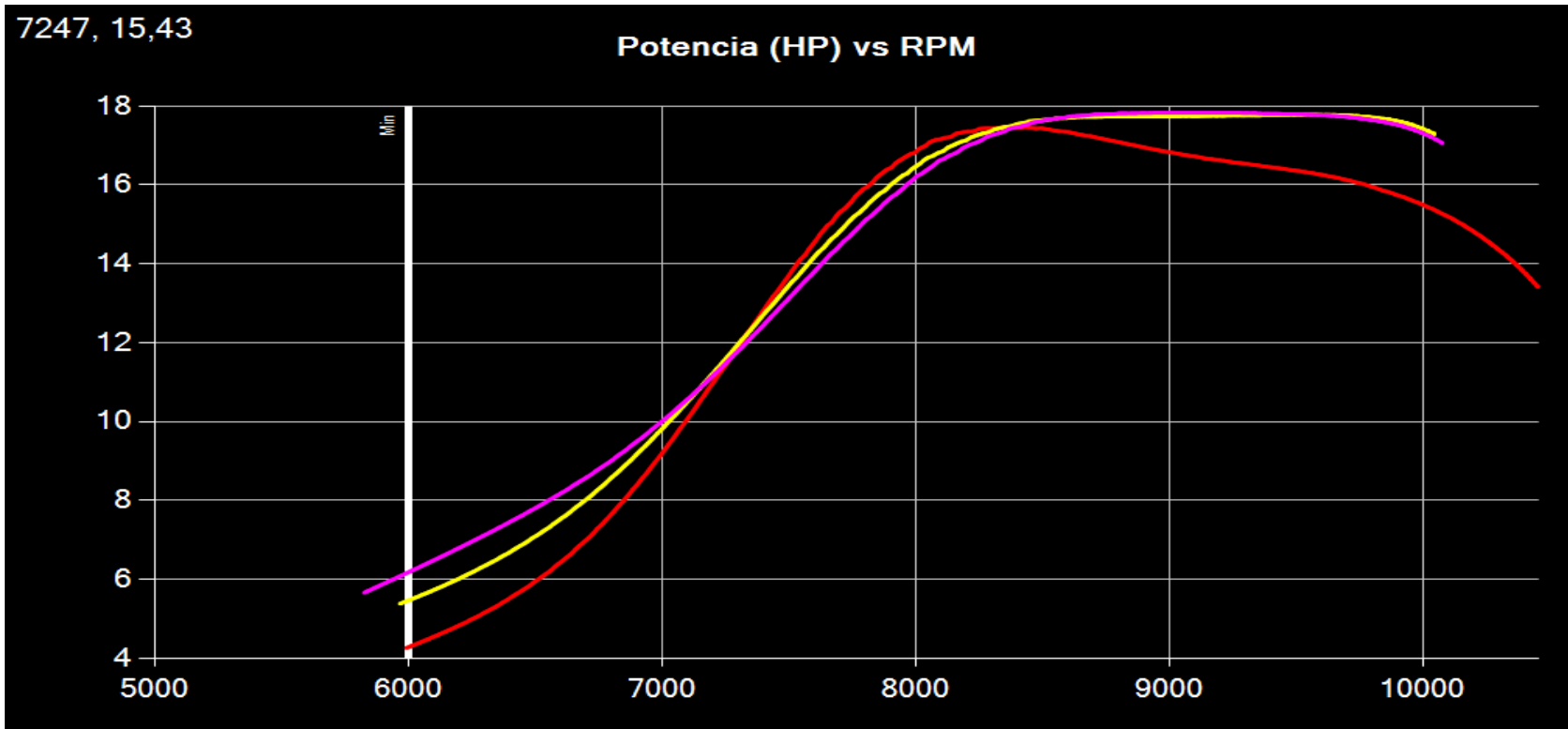
Ver Herramientas Ayuda

c a r g a d e c o m b u s t i b l e	100.0	53	53	53	52	51	50	49	48	48	44	41	39	37	36	34	33
	95.0	52	52	52	51	50	49	49	48	47	44	40	39	37	35	34	33
	90.0	52	52	51	51	50	49	48	47	47	43	40	38	37	35	33	32
	80.0	51	50	50	50	49	48	47	46	45	42	39	37	36	34	33	32
	70.0	49	49	49	49	48	47	46	45	44	41	38	37	35	34	32	31
	65.0	49	49	48	48	47	46	45	44	44	41	38	36	35	33	32	31
	60.0	48	48	48	47	46	46	45	44	43	40	37	36	34	33	31	31
	50.0	47	47	47	46	45	44	44	43	42	39	37	35	34	32	31	30
	40.0	46	46	45	45	44	43	43	42	41	38	36	34	33	31	30	29
	35.0	45	45	45	44	44	43	42	41	41	38	35	34	33	31	30	29
	25.0	44	44	44	43	42	42	41	40	40	37	34	33	32	30	29	28
	18.0	43	43	43	42	42	41	40	39	39	36	34	33	31	30	29	28
	12.0	42	42	42	42	41	40	39	39	38	36	33	32	31	30	28	28
	6.0	42	42	41	41	40	39	39	38	38	35	33	32	30	29	28	27
3.0	41	41	41	41	40	39	39	38	37	35	33	31	30	29	28	27	
1.0	41	41	41	40	40	39	38	38	37	35	32	31	30	29	28	27	
		850	900	1101	1401	2001	2601	3101	3700	4000	6000	8000	9000	10000	11000	12000	12500
		RPM															

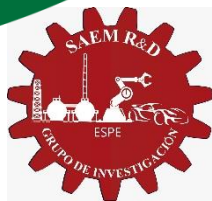




CURVAS DE POTENCIA PRUEBA N°4 SEGUNDA MODIFICACIÓN.

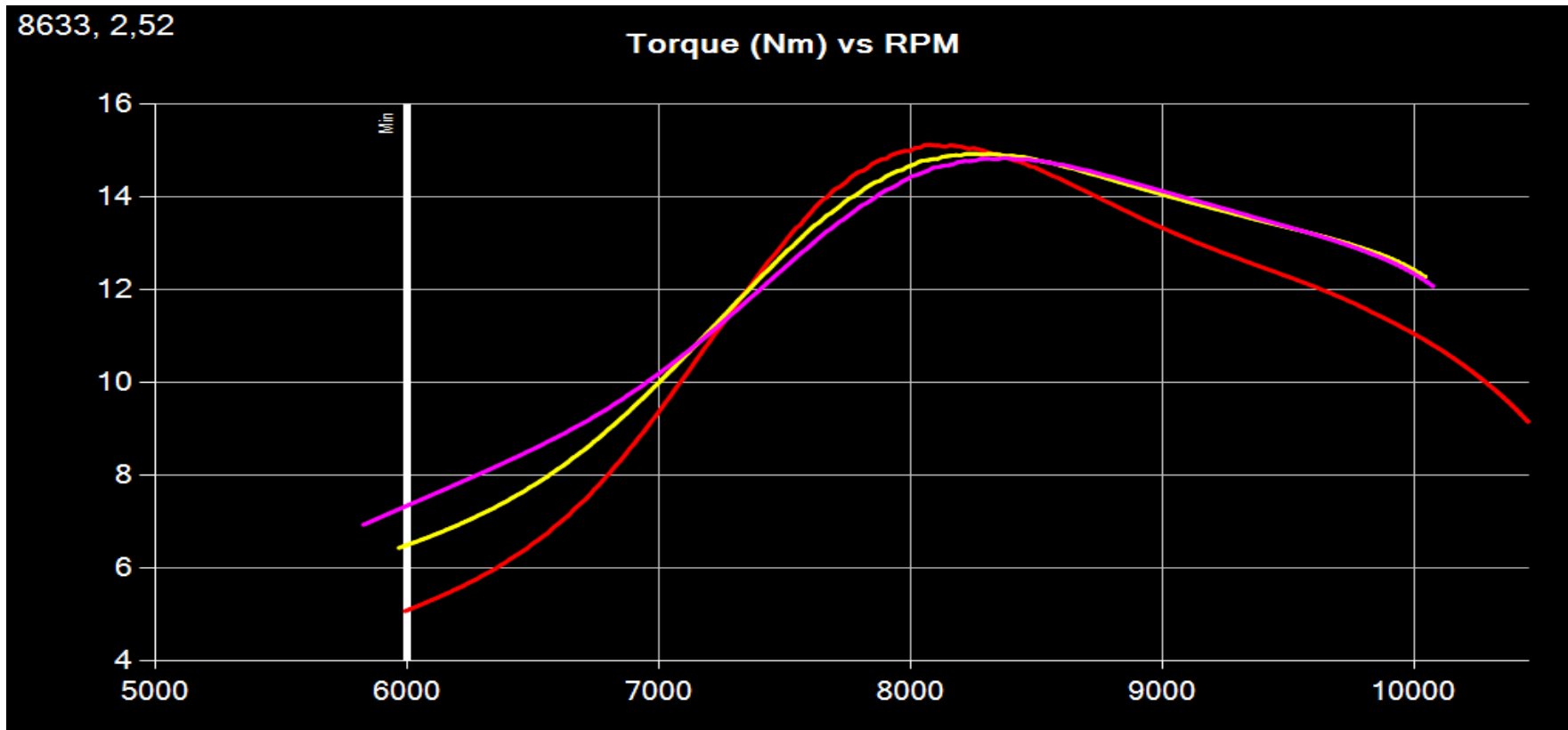


La potencia máxima evidente en la curva lila con 17.84 HP a 9118 rpm





CURVAS DE TORQUE PRUEBA N°4 SEGUNDA MODIFICACIÓN.

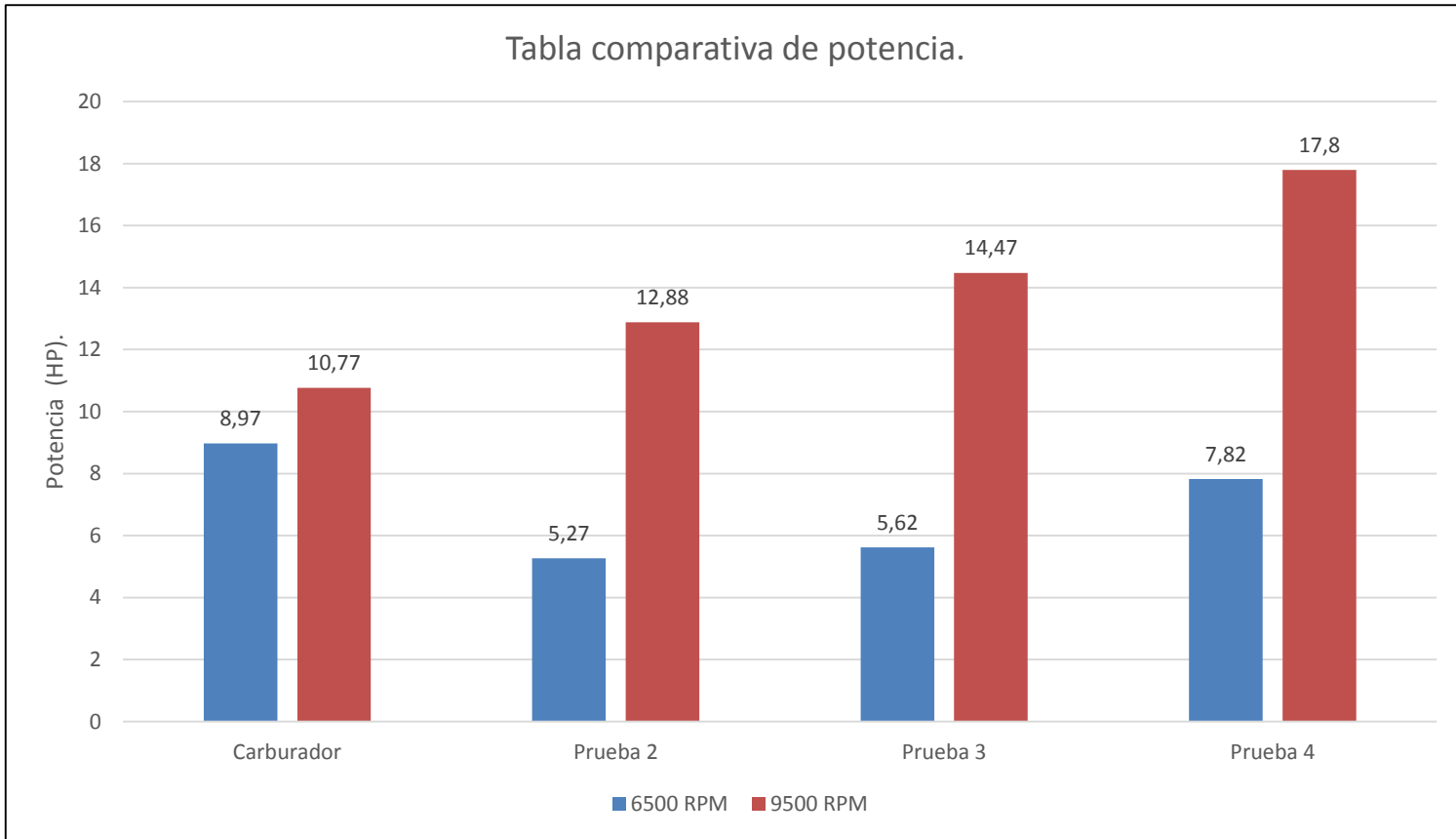


El torque máximo se obtuvo en la curva de color roja con 15.12 Nm a 8079 rpm



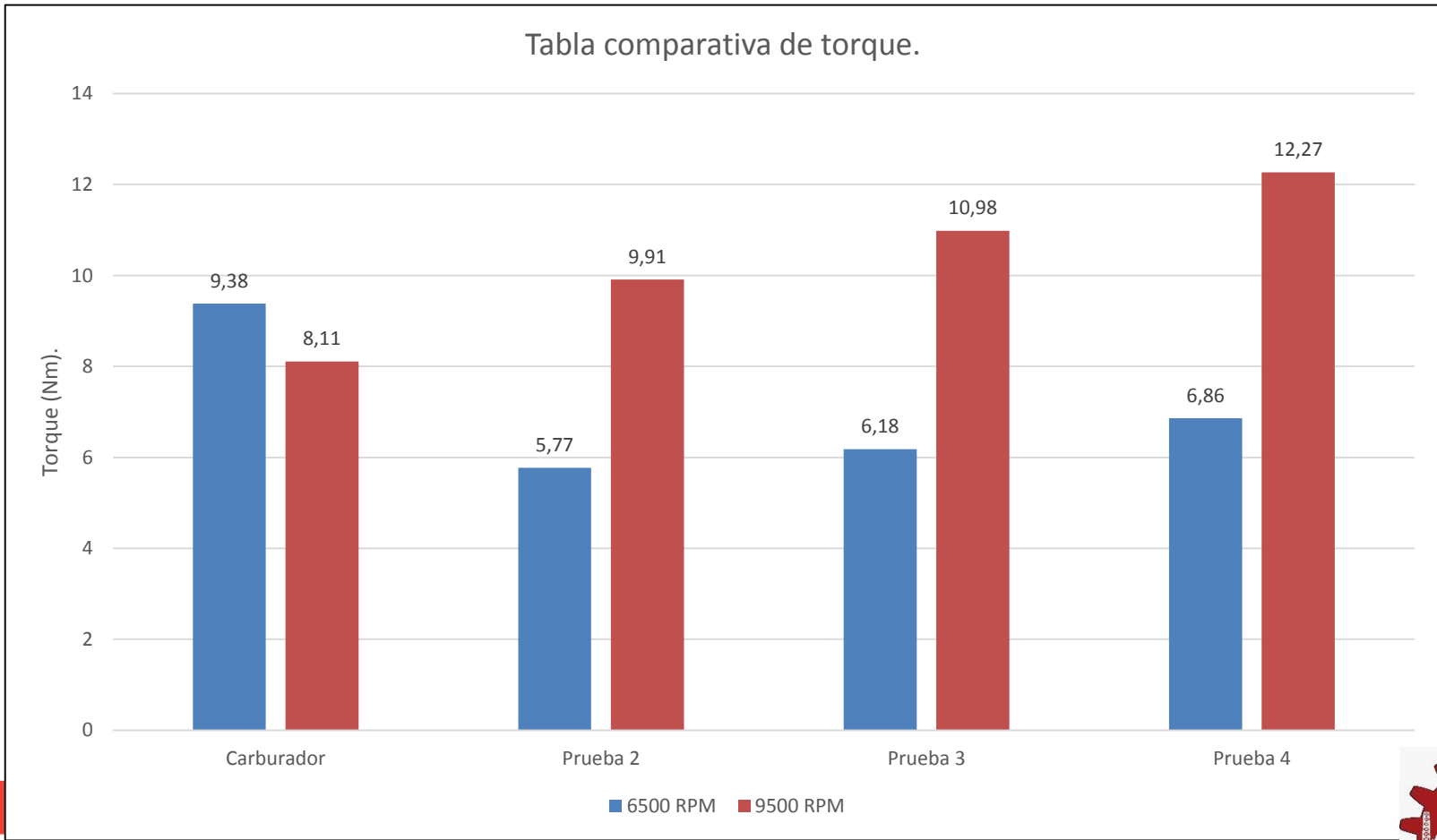


COMPARACIÓN DE RESULTADOS.



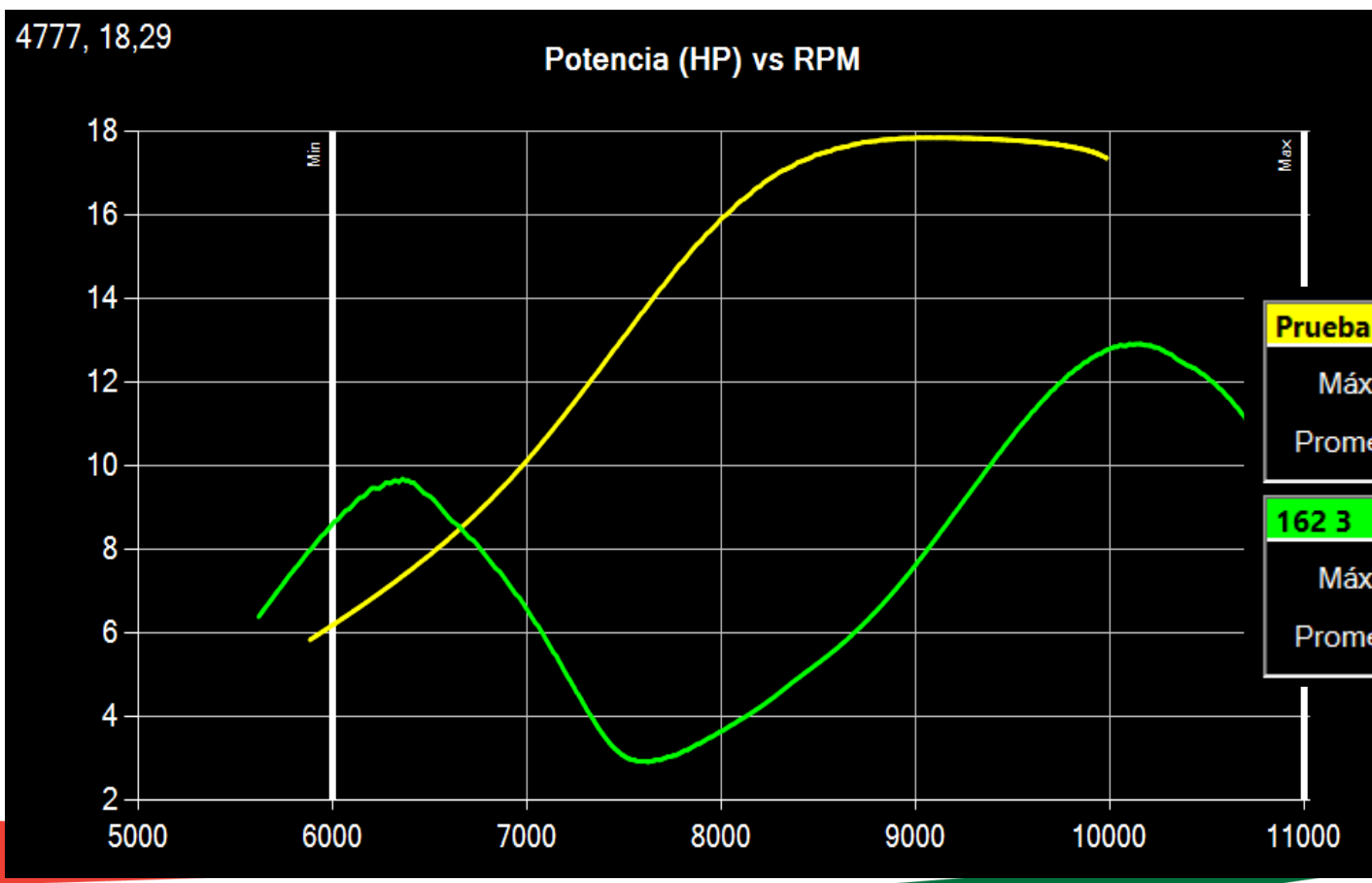


COMPARACIÓN DE RESULTADOS.





CURVAS COMPARATIVAS DE POTENCIA.

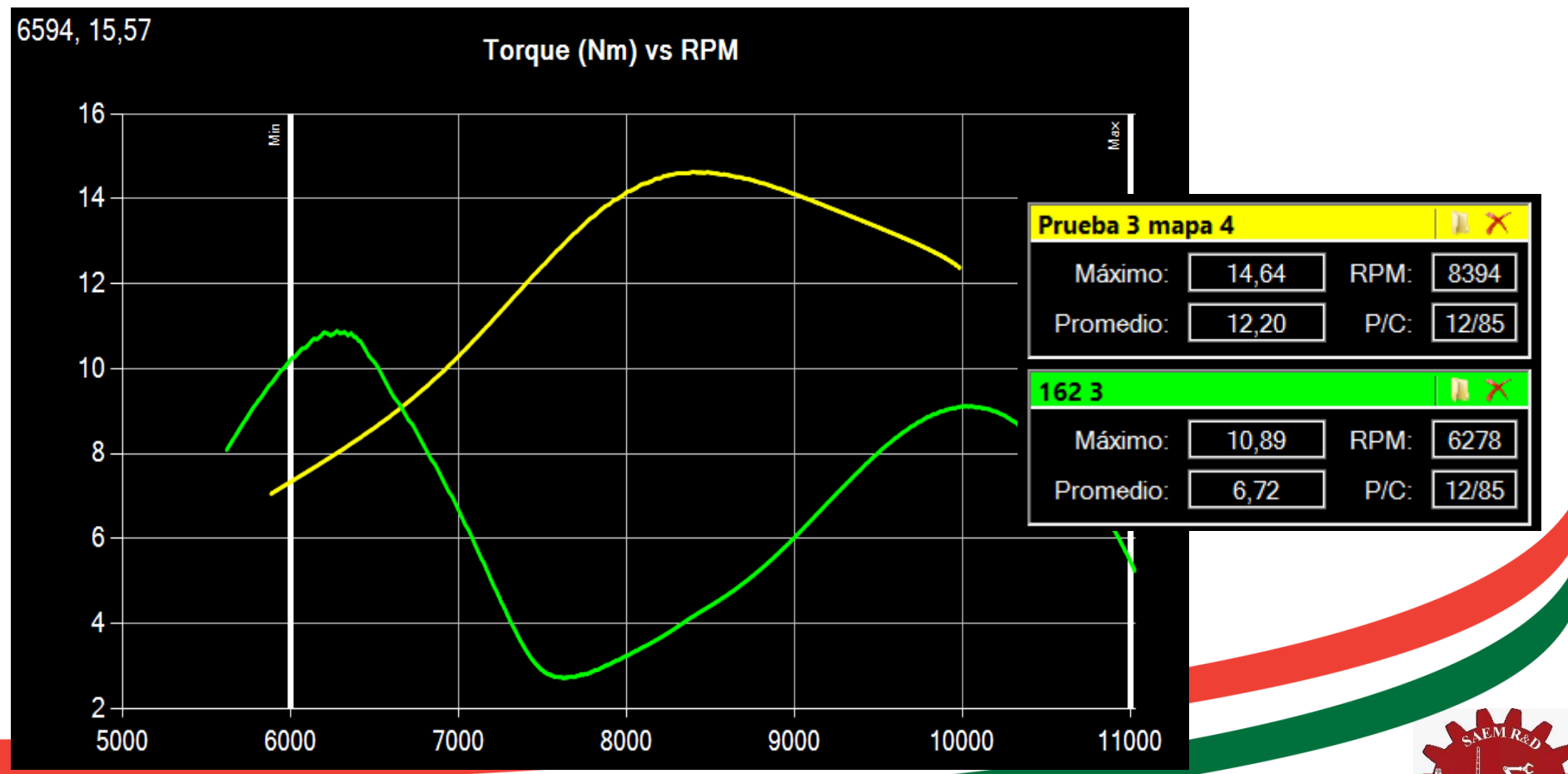


Prueba 3 mapa 4			
Máximo:	17,84	RPM:	9158
Promedio:	13,99	P/C:	12/85
162 3			
Máximo:	12,91	RPM:	10163
Promedio:	8,03	P/C:	12/85





CURVAS COMPARATIVAS DE TORQUE.



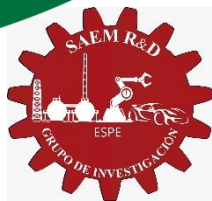


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Sede
Latacunga**

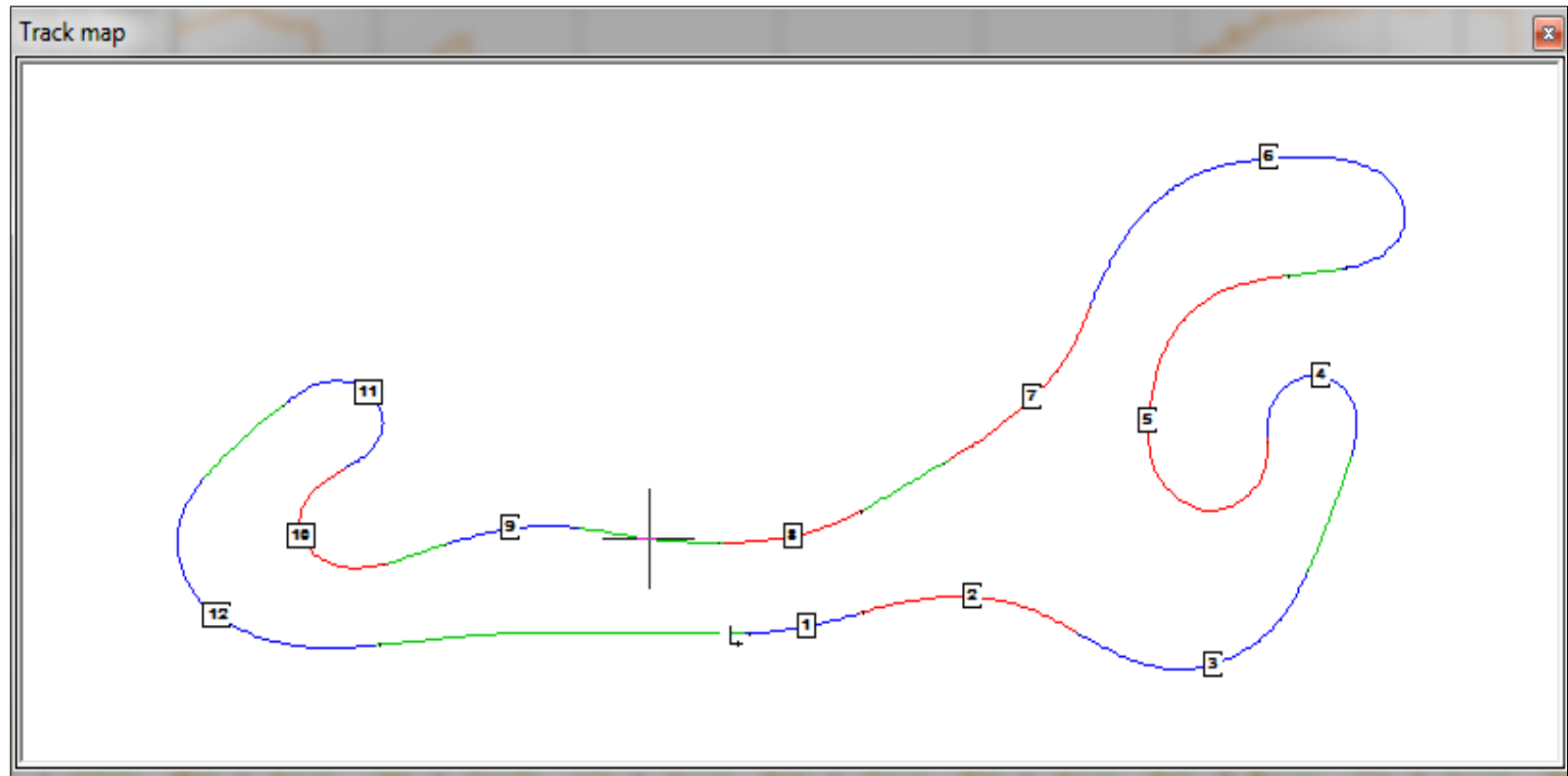


PRUEBAS EN PISTA





CIRCUITO DE PRUEBA





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sede
Latacunga



CHASIS



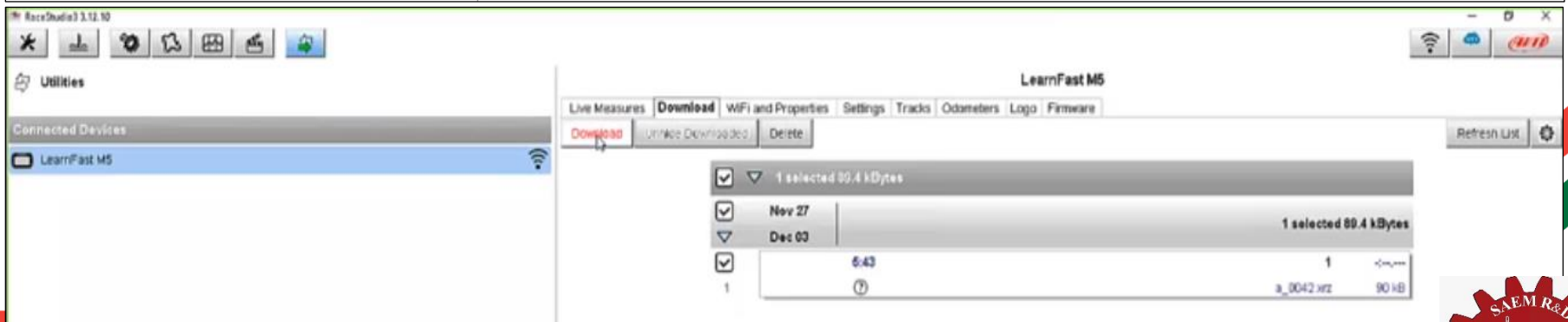
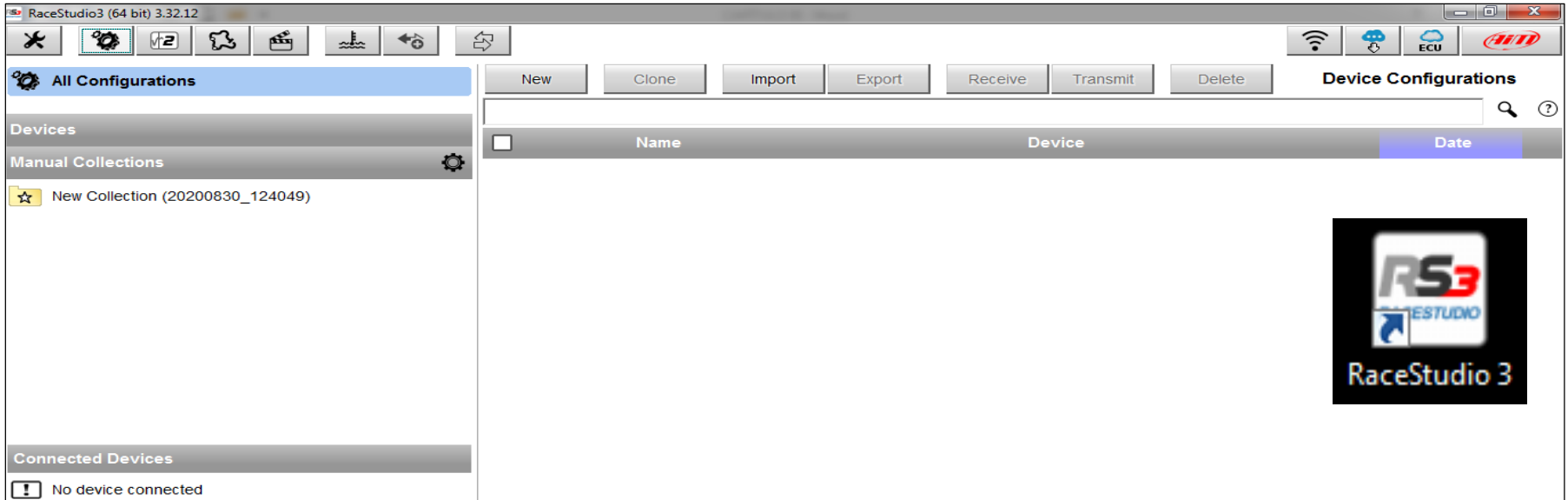


MYCHRON 5





SOFTWARE RACE STUDIO 3





SOFTWARE RACE STUDIO ANALYSIS

RS2Analysis 2.56.84 - [Test database and Lap manager]

File Data View Map Modify Options GPS Race Studio Window ?

Measures and laps

Measures Laps User Profiles

Test database

Use selection criteria

Select track Select vehicle Select driver Select championship Select test type

Show all Show all Show all Show all Show all

Test name	Test date	Best lap...	Driver	Test type	V...	Championship	Track	Comment	File path
20200829_153248_GCuesta	Sat, Aug 29, 2020 03:32:57 PM	15	10	1	00.49.740	GCUESTA	Generic testing	387	Rock-Cup-EC	4ROK	Rotax inyeccÃ³n	C:\AIM_SPORT\RaceStudio3\user\data
20200829_145420_GCuesta	Sat, Aug 29, 2020 02:54:29 PM	6	4	1	00.49.943	GCUESTA	Generic testing	387	Rock-Cup-EC	4ROK	Rotax inyeccÃ³n	C:\AIM_SPORT\RaceStudio3\user\data
20200829_134846_GCuesta	Sat, Aug 29, 2020 01:48:55 PM	13	8	1	00.49.897	GCUESTA	Generic testing	387	Rock-Cup-EC	4ROK	Rotax inyeccÃ³n	C:\AIM_SPORT\RaceStudio3\user\data
20200829_125944_GCuesta	Sat, Aug 29, 2020 12:59:53 PM	10	4	1	00.49.843	GCUESTA	Generic testing	387	Rock-Cup-EC	4ROK	Rotax inyeccÃ³n	C:\AIM_SPORT\RaceStudio3\user\data
20200829_120703_GCuesta	Sat, Aug 29, 2020 12:07:12 PM	14	12	1	00.50.260	GCUESTA	Generic testing	387	Rock-Cup-EC	4ROK	Rotax inyeccÃ³n	C:\AIM_SPORT\RaceStudio3\user\data
20200827_161239_GCuesta	Thu, Aug 27, 2020 04:12:48 PM	12	10	1	00.50.727	GCUESTA	Generic testing	387	Rock-Cup-EC	4ROK	Rotax inyeccÃ³n	C:\AIM_SPORT\RaceStudio3\user\data
20200827_155645_GCuesta	Thu, Aug 27, 2020 03:56:45 PM	3	2	1	00.54.423	GCUESTA	Generic testing	387	Rock-Cup-EC	4ROK	Rotax inyeccÃ³n	C:\AIM_SPORT\RaceStudio3\user\data
20200827_155047_GCuesta	Thu, Aug 27, 2020 03:50:47 PM	2	2	1	00.12.927	GCUESTA	Generic testing	387	Rock-Cup-EC	4ROK	Rotax inyeccÃ³n	C:\AIM_SPORT\RaceStudio3\user\data
20200827_154359_GCuesta	Thu, Aug 27, 2020 03:43:59 PM	7	6	1	00.50.530	GCUESTA	Generic testing	387	Rock-Cup-EC	4ROK	Rotax inyeccÃ³n	C:\AIM_SPORT\RaceStudio3\user\data
20200825_170051_GCuesta	Tue, Aug 25, 2020 05:01:00 PM	15	2	1	00.51.990	GCUESTA	Generic testing	387	Rock-Cup-EC	4ROK	Rotax inyeccÃ³n	C:\AIM_SPORT\RaceStudio3\user\data
20200825_160936_GCuesta	Tue, Aug 25, 2020 04:09:45 PM	15	10	1	00.50.861	GCUESTA	Generic testing	387	Rock-Cup-EC	4ROK	Rotax inyeccÃ³n	C:\AIM_SPORT\RaceStudio3\user\data
20200825_145008_GCuesta	Tue, Aug 25, 2020 02:50:08 PM	14	11	1	00.50.608	GCUESTA	Generic testing	387	Rock-Cup-EC	4ROK	Rotax inyeccÃ³n	C:\AIM_SPORT\RaceStudio3\user\data
20200825_141939_GCuesta	Tue, Aug 25, 2020 02:19:40 PM	3	2	1	01.03.583	GCUESTA	Generic testing	387	Rock-Cup-EC	4ROK	Rotax inyeccÃ³n	C:\AIM_SPORT\RaceStudio3\user\data
20200825_140444_GCuesta	Tue, Aug 25, 2020 02:04:53 PM	8	5	1	00.50.442	GCUESTA	Generic testing	387	Rock-Cup-EC	4ROK	Rotax inyeccÃ³n	C:\AIM_SPORT\RaceStudio3\user\data
20200827_180428_GCUESTA	Thu, Aug 27, 2020 06:04:28 PM	1	1	1	00.04.798	GCUESTA	Generic testing	1	ROK CUP 2020	7maROK-BRIGG	ROTAX CARB	C:\AIM_SPORT\RaceStudio3\user\data
20200827_180423_GCUESTA	Thu, Aug 27, 2020 06:04:23 PM	1	1	1	00.07.092	GCUESTA	Generic testing	1	ROK CUP 2020	7maROK-BRIGG	ROTAX CARB	C:\AIM_SPORT\RaceStudio3\user\data
20200827_180156_GCUESTA	Thu, Aug 27, 2020 06:01:56 PM	1	1	1	00.44.442	GCUESTA	Generic testing	1	ROK CUP 2020	7maROK-BRIGG	ROTAX CARB	C:\AIM_SPORT\RaceStudio3\user\data
20200827_180116_GCUESTA	Thu, Aug 27, 2020 06:01:16 PM	1	1	1	00.15.773	GCUESTA	Generic testing	1	ROK CUP 2020	7maROK-BRIGG	ROTAX CARB	C:\AIM_SPORT\RaceStudio3\user\data

Open test Close test Test properties Import test Remove test

Test Database





RS2Analysis 2.56.84 - [Test database and Lap manager]

File Data View Map Modify Options GPS Race Studio Window ?

Measures and laps

Measures Laps User Profiles

Per Lap' Color Sort Channels

Tests Loaded:

- 20200829_145420_GCuesta 4 00.49.943
- 20200829_153248_GCuesta 10 00.49.740

Measures:

- GPS_Speed [mph]
- RPM [rpm]
- AccelerometerX [g]
- AccelerometerY [g]
- AccelerometerZ [g]
- GPS_Altitude [m]
- GPS_Gyro [deg/s]
- GPS_Heading [deg]
- GPS_LatAcc [g]
- GPS_LonAcc [g]
- GPS_Nsat [#]
- GPS_PosAccuracy [#]
- GPS_Slope [deg]
- GPS_SpdAccuracy [#]

Test database | 1 - 20200829_145420_GCuesta | 2 - 20200829_153248_GCuesta

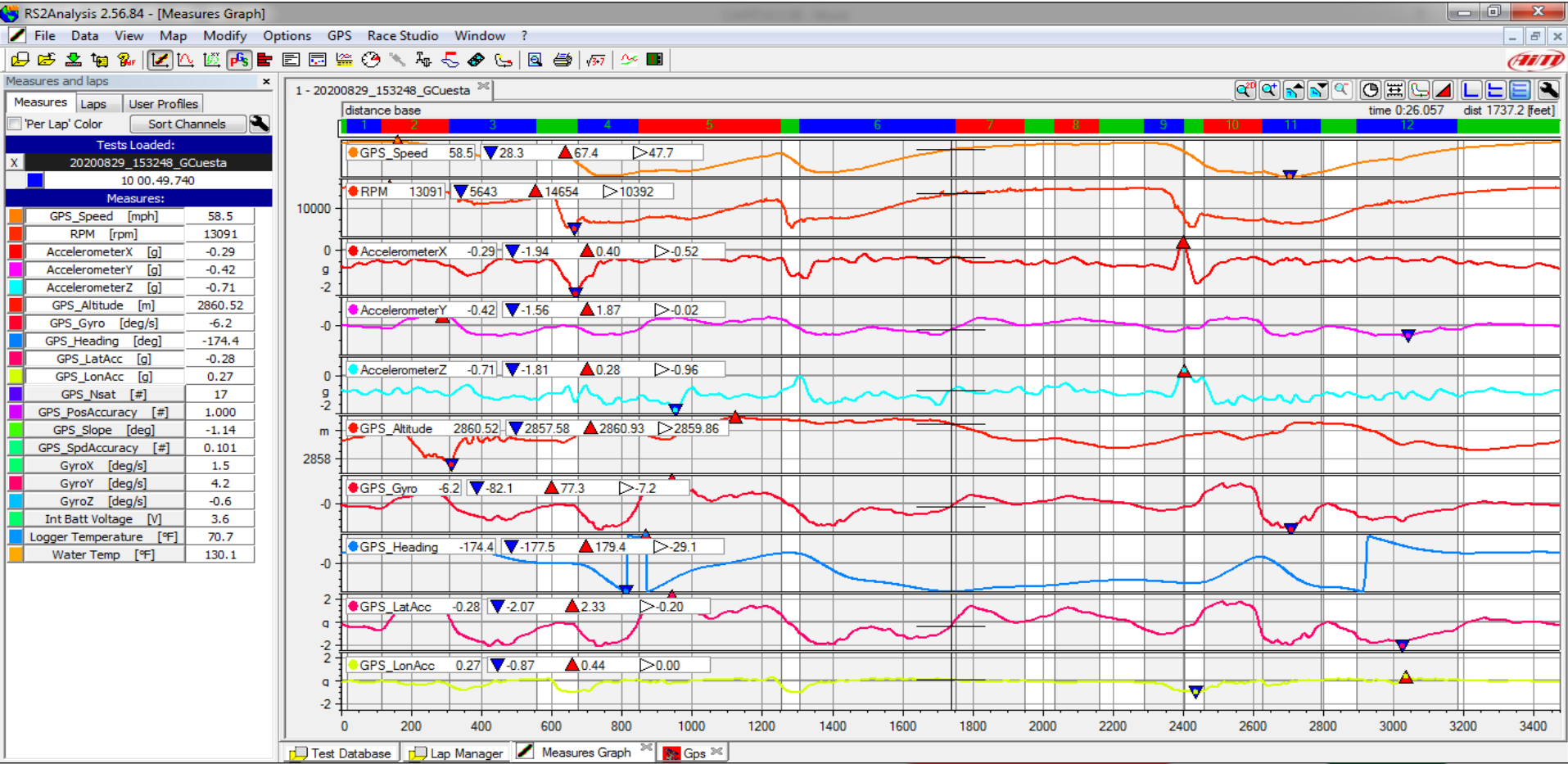
Advanced information Close test Export to Excel View only enabled laps

Disable lap Hide lap Insert lap Merge with next lap GPS Lap Insert

Idx	Lap	Lap time	% on r...	Time from beginning	Lap cause
1	1	02.27.214		Sat, Aug 29, 2020 03:32:57 PM	(First lap)
2	2	00.51.215	102.97 %	02.27.214	GPS Lap Time
3	3	00.50.517	101.56 %	03.18.429	GPS Lap Time
4	4	00.53.349	107.26 %	04.08.946	GPS Lap Time
5	5	00.50.289	101.10 %	05.02.295	GPS Lap Time
6	6	00.50.062	100.65 %	05.52.584	GPS Lap Time
7	7	00.49.760	100.04 %	06.42.646	GPS Lap Time
8	8	00.50.254	101.03 %	07.32.406	GPS Lap Time
9	9	00.49.776	100.07 %	08.22.660	GPS Lap Time
10	10	00.49.740	Reference	09.12.436	GPS Lap Time
11	11	00.49.824	100.17 %	10.02.176	GPS Lap Time
12	12	00.49.873	100.27 %	10.52.000	GPS Lap Time
13	13	00.50.888	102.31 %	11.41.873	GPS Lap Time
14	14	00.50.752	102.03 %	12.32.761	GPS Lap Time
15	15	00.14.031		13.23.513	(Vehicle stop)

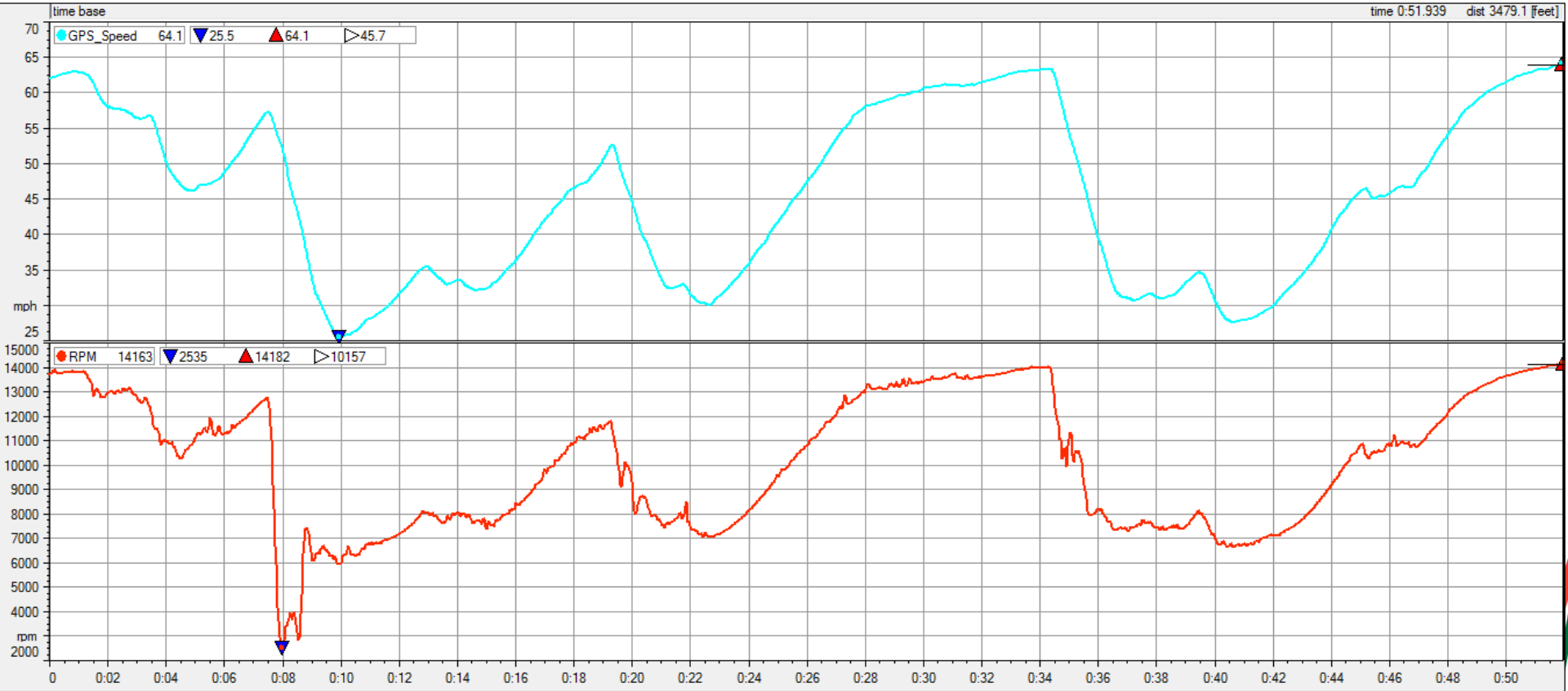
Test Database Lap Manager







PRUEBA 1



Velocidad máxima: 64.1 mph o 103.16 km/h

Velocidad mínima: 25.5 mph o 41.04 km/h

RPM max: 14182

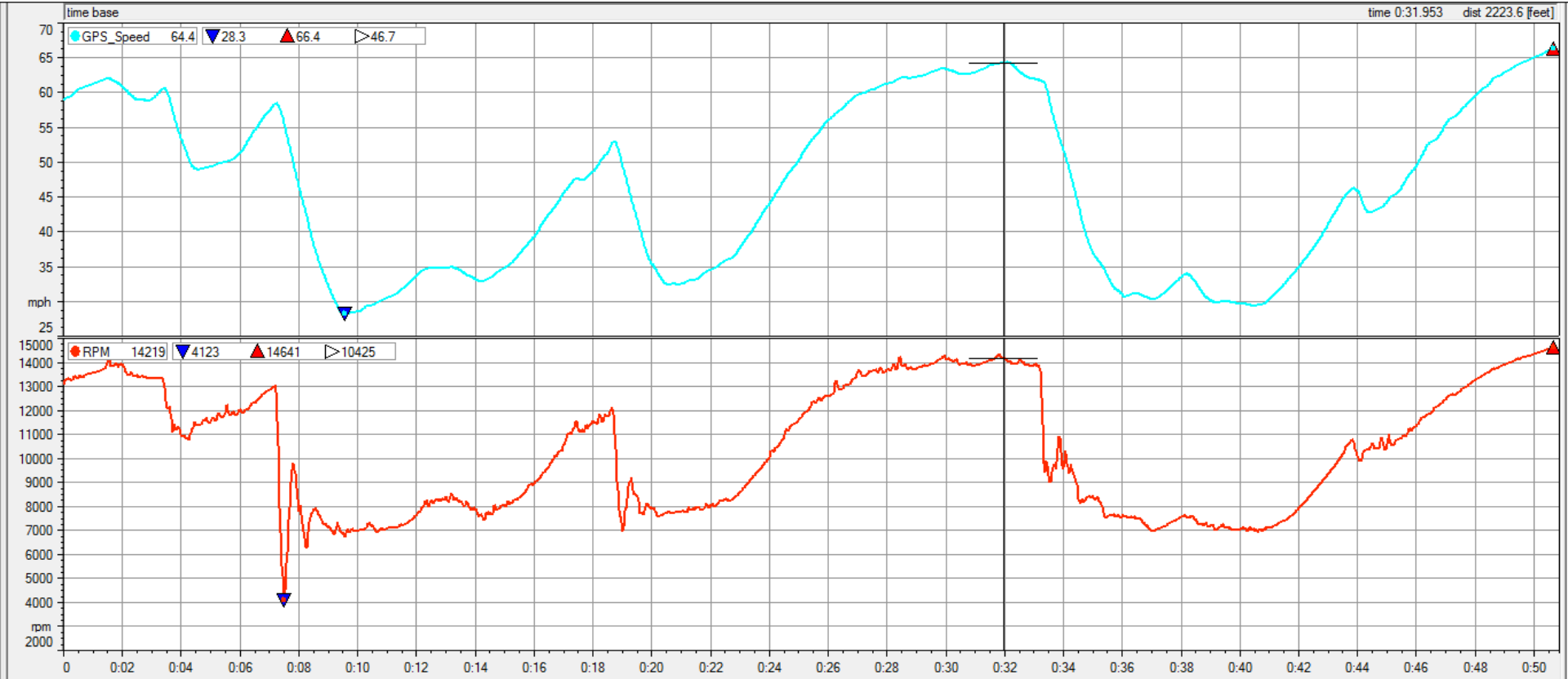
RPM min: 2535

T: 51.990 s





PRUEBA 2



Velocidad máxima: 66.4 mph o 106.86 km/h

Velocidad mínima: 28.3 mph o 45.5 km/h

RPM max: 14641

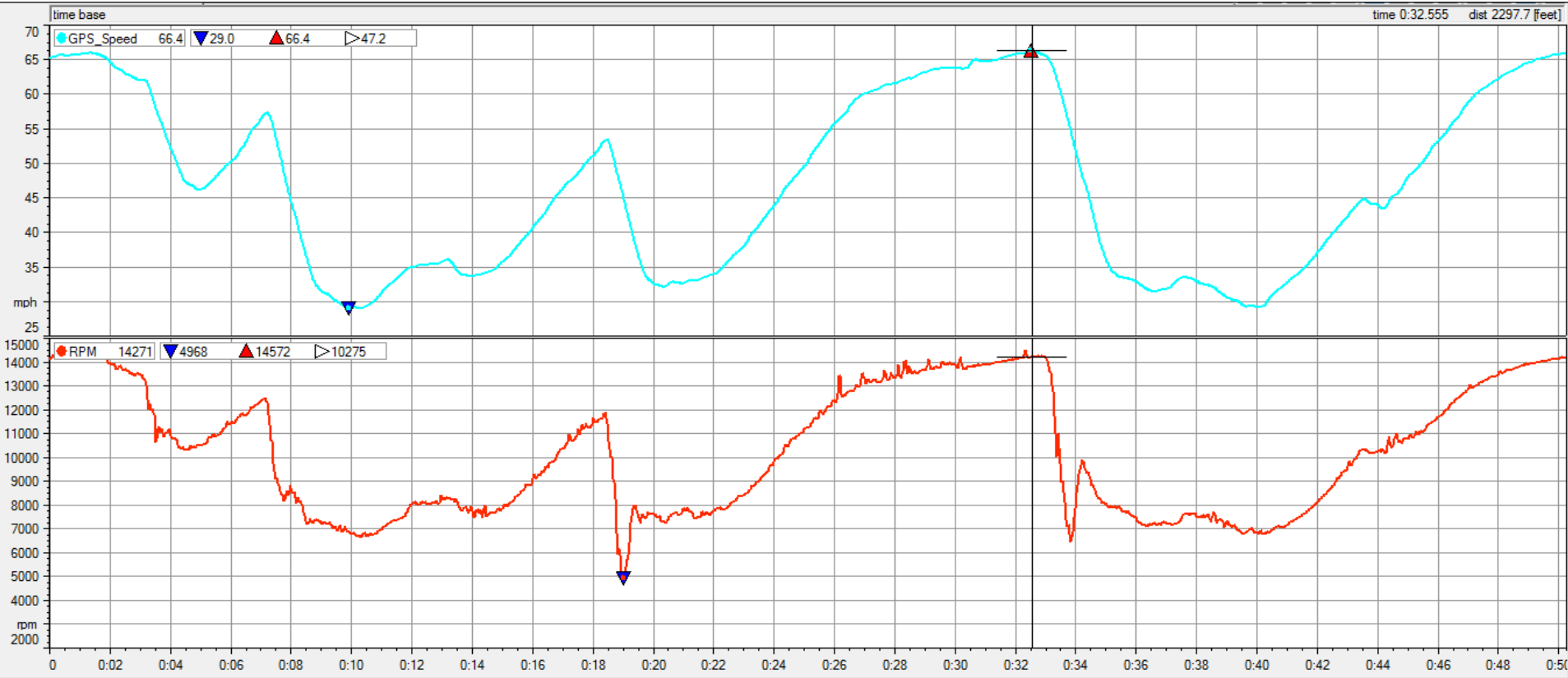
RPM min: 4123

T: 50.861 s





PRUEBA 3



Velocidad máxima: 66.4 mph o 106.86 km/h

Velocidad mínima: 29 mph o 46.67 Km/h

RPM max: 14572

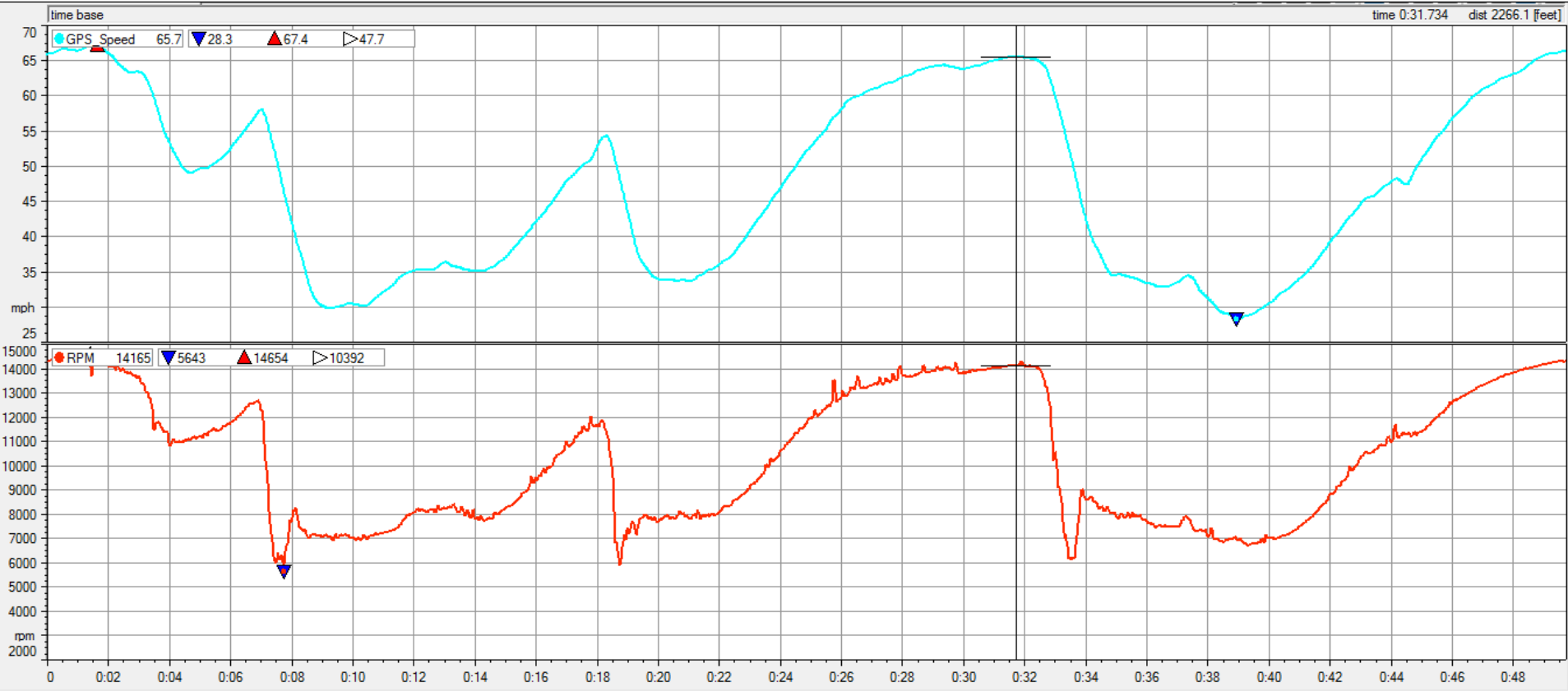
RPM min: 4698

T: 50.26 s





PRUEBA 4



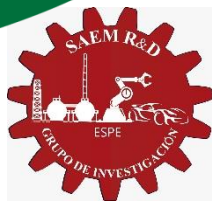
Velocidad máxima: 67.4 mph o 108.47 km/h

Velocidad mínima: 28.3 mph o 45.5 km/h

RPM max: 14654

RPM min: 5643

T: 49.740 s





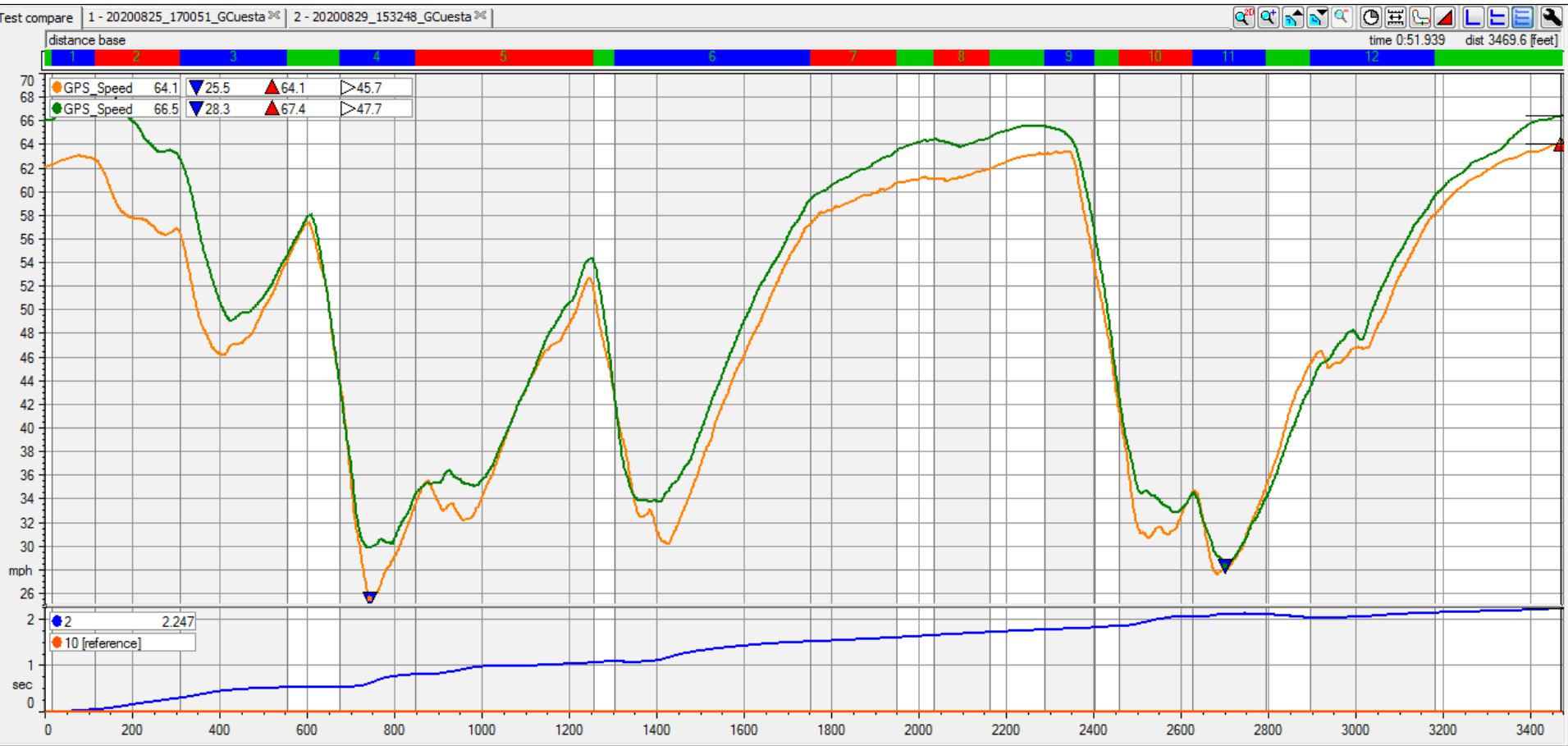
COMPARACIÓN DE RESULTADOS

N°	Tipo de admisión.	tiempo de vuelta (s)	Revoluciones máximas (rpm)	Revoluciones mínimas (rpm)	Velocidad máxima (km/h)	Velocidad mínima (km/h)
1	Carburador	51.990	14182	2535	103.16	41.04
2	Prueba 2	50.861	14641	4123	106.86	45.5
3	Prueba 3	50.260	14572	4698	106.86	46.67
4	Prueba 4	49.740	14654	5643	108.47	45.5



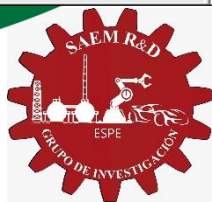
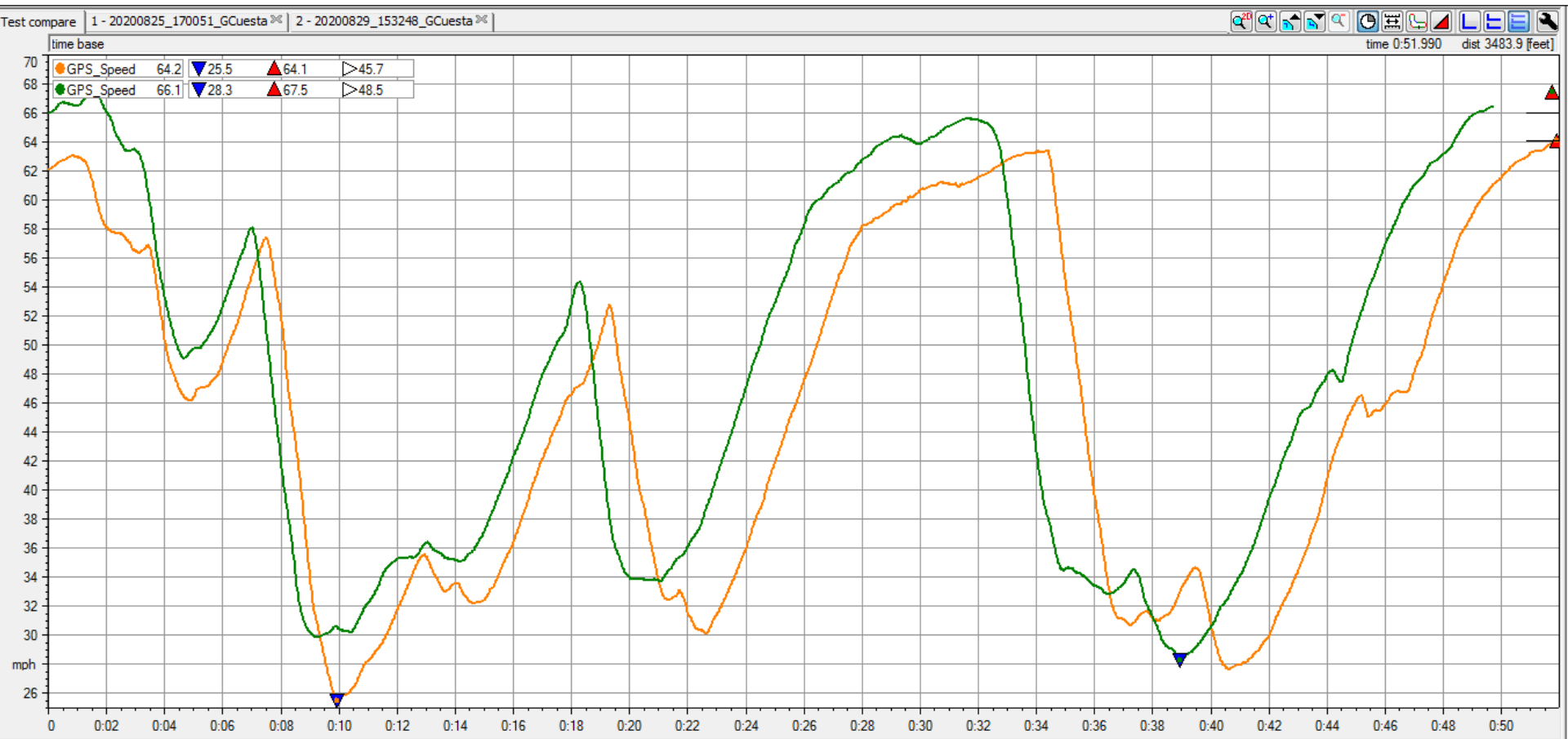


Comparación, velocidad vs distancia – prueba1 y prueba 4.



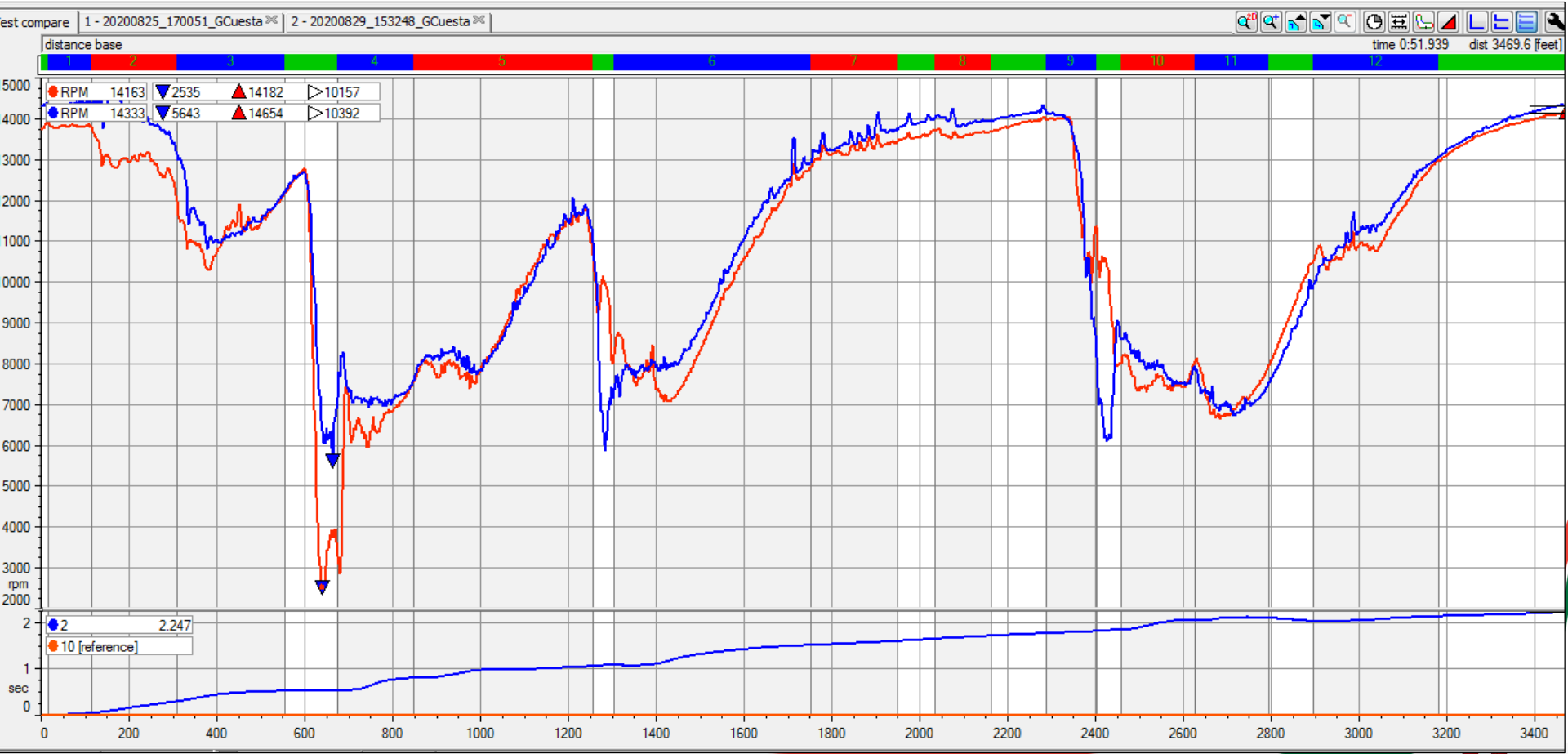


Comparación, velocidad vs tiempo – prueba 1 y prueba 4.



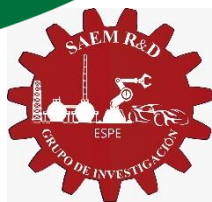
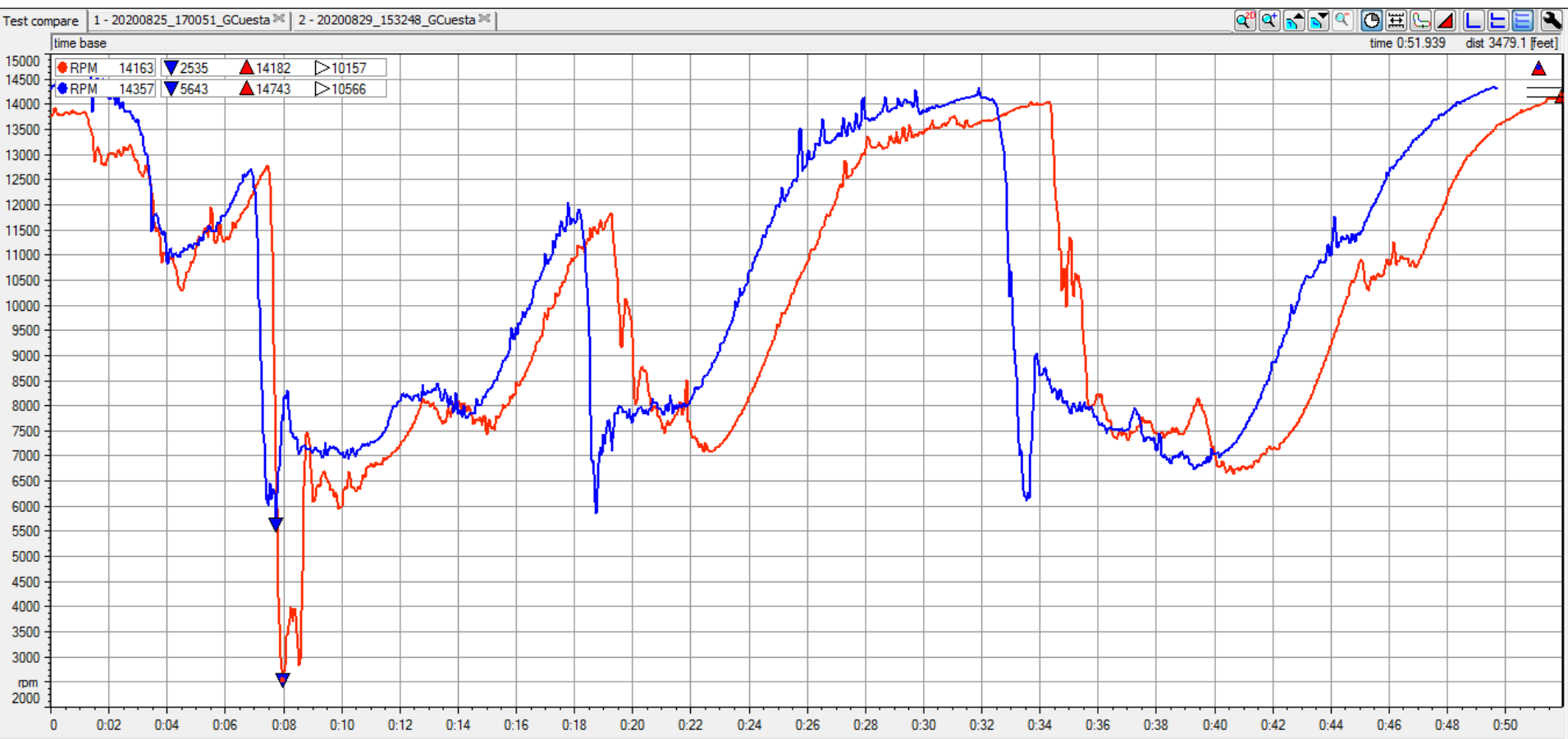


Comparación, rpm vs distancia – prueba 1 y prueba 4.





Comparación, rpm vs tiempo – prueba 1 y prueba 4.





PRUEBAS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

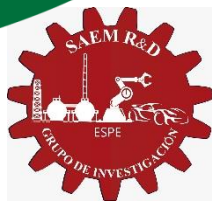
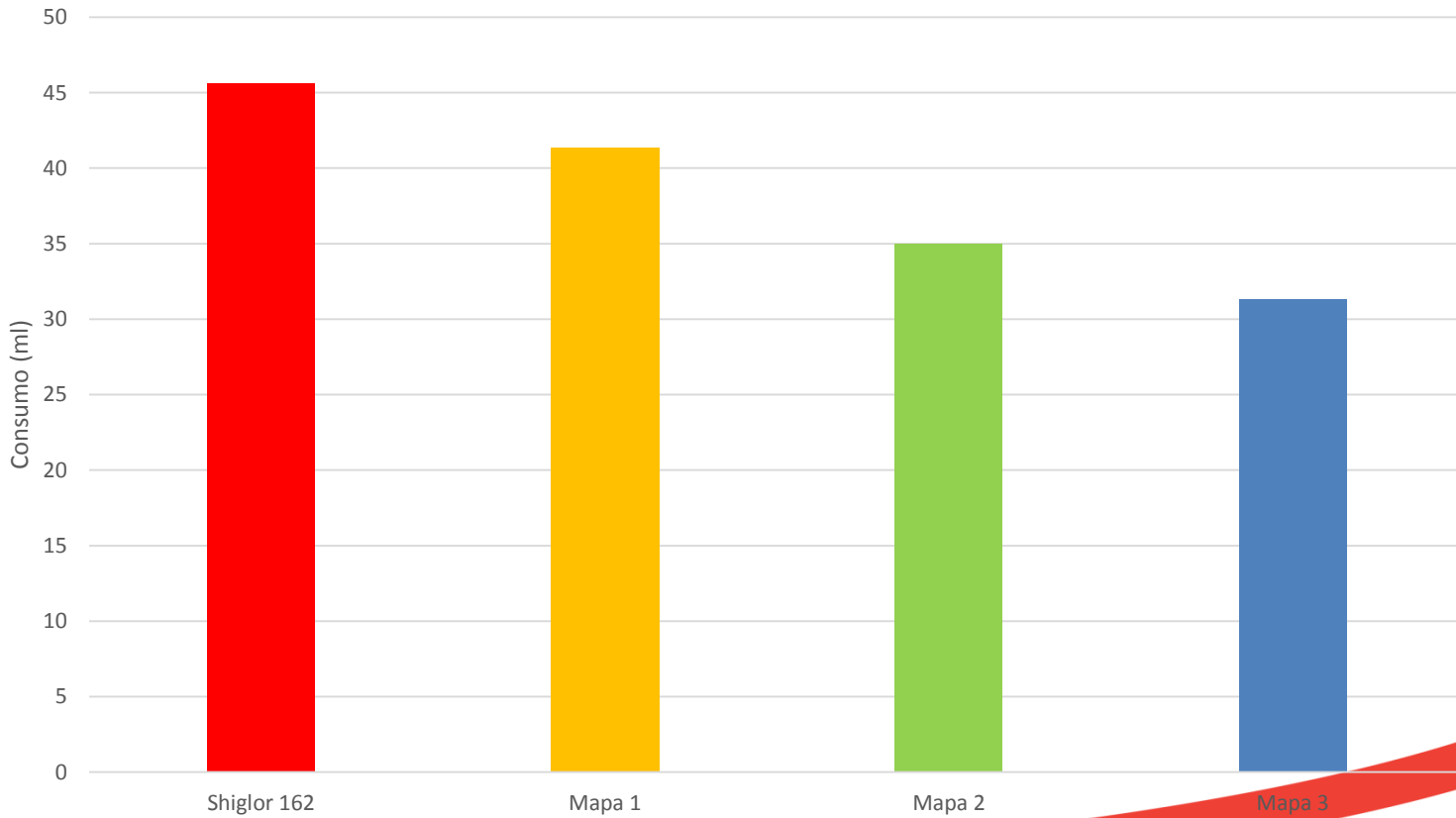
Condición	RPM	Tiempo (s)	Consumo 1 (ml)	Consumo 2 (ml)	Consumo 3 (ml)	Promedio de consumo
Carburador shiglor 162	8500	15	46	45	46	45.66
Inyección Mapa 1	8500	15	40	43	41	41.33
Inyección Mapa 2	8500	15	35	34	36	35
Inyección Mapa 3	8500	15	30	32	32	31.33





COMPARACIÓN CONSUMO DE COMBUSTIBLE

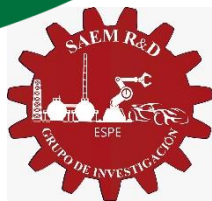
Consumo de combustible





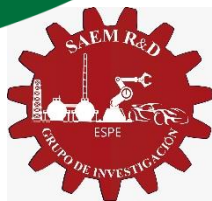
CONCLUSIONES:

- Al realizar el trucaje electrónico del sistema de alimentación de combustible del motor Rotax Max 125 cc de dos tiempos con las respectivas modificaciones en un chasis CRG puede ser utilizado en competición de karting.
- Para instalar el sistema de inyección se puede emplear un cuerpo de aceleración ITB, sensores y actuadores de diferente marca y procedencia, mientras cumpla su función y se realice una correcta programación.
- Una vez terminados los respectivos ensayos en el banco de pruebas inercial se determina que al implementar el sistema de inyección electrónico programable existe un incremento del 45,72% en potencia y del 40,41% en torque con respecto al sistema convencional a carburador.



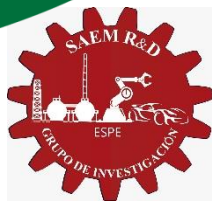


- Con pequeñas variaciones en la programación de la ECU como son el combustible requerido, grados en el avance de encendido y la calibración de la tabla VE para inyectar más combustible a ciertas rpm en zonas específicas se obtiene un incremento en los valores de potencia y torque, evidente en las pruebas tanto en el banco como en pista.
- Al comparar los cálculos realizados con los resultados obtenidos en el banco de pruebas inercial se puede evidenciar de mejor manera la diferencia entre los parámetros iniciales y finales de torque y potencia del motor.
- El banco de pruebas inercial permite generar las curvas y tabular los datos, evidenciando que con el sistema a inyección no existen pérdidas de potencia ni de torque, ya que es directamente proporcional a las revoluciones; los valores máximos de potencia y torque se obtiene a menos revoluciones en comparación con el sistema a carburador.





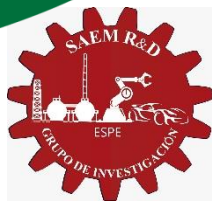
- El proyecto realizado es factible desde el punto de vista competitivo, ya que mejora los parámetros iniciales lo cual es una ventaja, sin embargo, la fiabilidad del sistema es cuestionable a causa de las diferentes condiciones posibles en una carrera puesto que al tener muchos componentes electrónicos existe un mayor riesgo de que estos elementos sufran algún desperfecto que pueda comprometer el desempeño del motor, debido a que es un prototipo. Siendo el caso de su producción se realizaría con elementos específicos para el motor, diseñados para resistir adversidades en la pista. Desde el punto de vista económico resulta más costoso que un sistema de alimentación carburado, no obstante, las prestaciones de este último serán menores que las del sistema de inyección reprogramable.





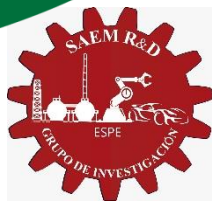
RECOMENDACIONES:

- Realizar por lo menos tres veces la misma prueba aplicando los mismos parámetros, permitiendo descartar cualquier error en la toma de datos.
- Cargar un solo mapa con las configuraciones generales pertinentes y modificar este para cada prueba ya que al cargar varios mapas a la ECU entra a un protocolo de seguridad y se bloquea.
- Configurar y calibrar los diferentes instrumentos de medición tomando en cuenta sus características técnicas y adecuado procedimiento.
- Fijar todos los componentes estáticos al gokart de manera segura para evitar cualquier desperfecto que pueda generarse en los mismos y revisar que todas las conexiones eléctricas tengan su respectivo aislamiento.





- Realizar las pruebas de pista en condiciones ideales, con pista seca, y un go kart configurado para carrera, para obtener el mejor desempeño del motor.
- Usar el equipo de protección requerido para salir a pista, que consta de: traje, casco, guantes, botas, costillera y cuellera, homologados para el uso deportivo.
- Utilizar agua pura en el sistema de refrigeración del motor para evitar las bajas temperaturas y calentar el motor hasta la temperatura de funcionamiento ideal antes de realizar las pruebas para un óptimo desempeño del mismo.
- En el dinamómetro es necesario el uso de equipo de protección personal, como son: guantes de seguridad, tapones de oídos, mascarilla antifluidos, lentes de protección visual y mandil.





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sede
Latacunga



“Seas quien seas, sea cual sea tu posición social, alta o baja, ten siempre mucha fuerza y mucha determinación, hazlo todo con mucho amor y con mucha fe en Dios, que un día llegarás a tu meta”.

Ayrton Senna

