



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

TEMA:

**ESTUDIO Y ANÁLISIS DE CURVAS DE EFICIENCIA Y
DESEMPEÑO DEL MOTOR DOHC J20 2.0L DEL GRAND VITARA
2010 DLX CON COMBUSTIBLE SÚPER**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DE
TÍTULO DE INGENIERO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

AUTOR:

LUIS HERNÁN GONZÁLEZ SALAZAR

GUAYAQUIL – MARZO 2016

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

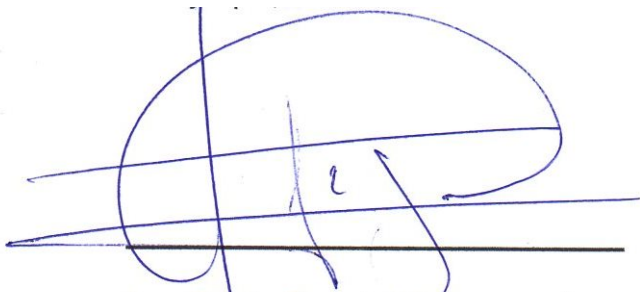
Ing. Edwin Puente

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado **“ESTUDIO Y ANÁLISIS DE CURVAS DE EFICIENCIA Y DESEMPEÑO DEL MOTOR DOHC J20 2.0L DEL GRAND VITARA 2010 DLX CON COMBUSTIBLE SÚPER...”**, realizado por el estudiante: **LUIS HERNÁN GONZÁLEZ SALAZAR**, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional. El mencionado trabajo consta de un empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autoriza al señor: Luis Hernán González Salazar que lo entregue a biblioteca de la Facultad, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, Marzo 2016



Ing. Edwin Puente Moromenacho.
Director de Proyecto

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Luis Hernán González Salazar

DECLARO QUE:

La investigación de cátedra denominada: **“ESTUDIO Y ANÁLISIS DE CURVAS DE EFICIENCIA Y DESEMPEÑO DEL MOTOR DOHC J20 2.0L DEL GRAND VITARA 2010 DLX CON COMBUSTIBLE SÚPER...”**, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría, apoyados en la guía constante de mi docente.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico para la Facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz.

Guayaquil, Marzo 2016.



Luis Hernán González Salazar

C.I. 0924902265

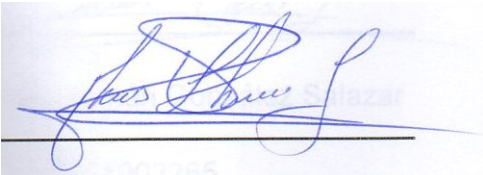
UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo, Luis Hernán González Salazar

Autorizo a la Universidad Internacional del Ecuador, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, de la investigación de cátedra: **“ESTUDIO Y ANÁLISIS DE CURVAS DE EFICIENCIA Y DESEMPEÑO DEL MOTOR DOHC J20 2.0L DEL GRAND VITARA 2010 DLX CON COMBUSTIBLE SÚPER...”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, Marzo 2016



Luis Hernán González Salazar

C.I. 0924902265

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a mi esposa y mi madre, quienes con su apoyo han hecho posible éste momento y esta etapa de mi vida, mi madre quien dio todo de ella para que pueda cumplir este sueño tan anhelado, a quien le debo más que mi vida entera.

Mi esposa quien ha sido un pilar fundamental en mis estudios ya que sin su apoyo no podría haberlo logrado, gracias a su paciencia por todo el tiempo que dedique a mis estudios y no pude estar a su lado.

A mis maestros de la Universidad Internacional Del Ecuador quienes han contribuido a mi desarrollo educativo y profesional y a crecer como persona a lo largo de mi ciclo como estudiante.

Luis Hernán González Salazar

AGRADECIMIENTO

Agradezco de todo corazón a mis padres, quienes hicieron todo lo posible para que pueda culminar mi carrera, siempre estuvieron para apoyarme, agradezco también a mi esposa quien ha sabido comprender y apoyarme con el cuidado de nuestras hijas por motivo de mi ausencia debido al trabajo y el estudio, le doy gracias por ese gran esfuerzo.

Luis Hernán González Salazar

PRÓLOGO

La necesidad de realizar estudios técnicos y científicos, para determinar el desempeño de un automotor utilizando herramientas que nos permite realizar este tipo de mediciones tal como es el caso del dinamómetro.

Teniendo como necesidad primaria el estudio comparativo de diferentes automotores con sus respectivos componentes.

Se vuelve un tema de estudio para la mejora del área automotriz en diferentes puntos de la misma, y por qué no tendría que serlo para estudiantes de la Universidad Internacional del Ecuador.

Por tanto es vital conocer en un mundo con un desarrollo tecnológico acelerado cómo funcionan las diferentes herramientas automotrices las cuales nos permiten tener un mejor conocimiento del desempeño de los automotores gracias a herramientas como lo es el dinamómetro y diferentes software los cuales complementan la investigación permitiéndonos tener resultados de carácter científico .

Las pruebas que deben tomarse regularmente en los vehículos son en cuarta marcha ya que su relación es 1 a 1 en ese momento, también podemos hacerlo con todas las marchas, y este no dará como resultado una carrera diferente por cada marcha y nos permitirá visualizar su cuadro comparativo.

Se realizara una investigación comparativa del motor DOHC J20 correspondiente al Chevrolet Grand Vitara 2.0L 2010, se utilizara combustible súper, el cual es distribuido en nuestra ciudad para realizar una comparación y como ello determinar el desempeño del automotor.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
PRÓLOGO	vii
ÍNDICE GENERAL	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
RESUMEN GENERAL	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii
CAPÍTULO I	1
RESEÑA GENERAL	1
1.1 Objetivos de la investigación.....	1
1.1.1. Objetivo General.	1
1.1.2. Objetivos Específicos.....	1
1.2. Antecedentes.	2
1.2.1. Reseña del Chevrolet Grand Vitara 2.0L DLX.....	2
1.2.2. Dinamómetro Generalidades.....	3

1.2.3.	Combustible Súper – Normas INEN.	4
CAPÍTULO II		7
MARCO TEÓRICO.....		7
2.1.	Dinamómetro.....	7
2.2.	Tipos y su principio de funcionamiento.	8
2.2.1.	Dinamómetro de Chasis.	9
2.2.2.	Dinamómetro de Motor	9
2.3.	Componentes de Dinamómetro de Chasis.....	10
2.4.	Situación actual del Chevrolet Grand Vitara 2.0L DLX.....	11
2.5.	Sistema de Alimentación.....	13
2.5.1.	Sonda Lambda Calentada (HO2S)	13
2.5.2.	Modo de Arranque.....	14
2.5.3.	Modo de aceleración y desaceleración.....	15
2.6.	SISTEMA DE INYECCIÓN DIRECTA MULTIPUNTO.....	15
2.6.1.	Funcionamiento.	15
2.7.	Desempeño Chevrolet Grand Vitara 2.0L.	16
2.8.	Sensores y Actuadores.	18
2.8.1.	Sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT).	18
2.8.2.	Sensor de posición de la mariposa (TPS).	19
2.8.3.	Sensor de oxígeno del sistema de control del catalizador.....	21
2.8.4.	Válvula EGR (Exhaust Gases Recirculation).....	21
2.9.	Situación actual del vehículo.....	22

2.9.1. Parámetros teóricos del vehículo.	22
2.9.4. Mantenimiento y afinamiento del motor.....	25
2.10. Torque – Par motor.	27
2.11. Potencia al freno.	27
2.12. Consumo específico.....	28
2.13. Rendimiento volumétrico (η_v).....	28
2.14. Rendimiento térmico (η_t).....	30
CAPÍTULO III	31
TOMA DE MUESTRAS	31
3.1. Protocolo de instalación.	31
3.1.1 Normas de seguridad.	37
3.2. TOMA DE MUESTRAS.	38
3.2.1. Prueba # 1.....	39
3.2.2. Prueba # 2.....	40
3.2.3. Prueba # 3.....	41
3.3. Tabla de muestras.....	42
CAPÍTULO IV	44
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	44
4.1. Tabla de resultados.....	44
CAPÍTULO V	49
CONCLUSIONES.....	49
5.1. CONCLUSIONES.	49

5.2. RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	51
ANEXOS	52
Dinamómetro.....	52
ANEXO 2.....	53
Accesorios dinamómetro.....	53
ANEXO 3.....	54
Ventana de Muestra	54
ANEXO 4.....	55
Fajas y correas de seguridad	55
GLOSARIO.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CHEVROLET GRAND VITARA.....	3
FIGURA 2. DINAMÓMETRO DE CHASIS	9
FIGURA 3. DINAMÓMETRO DE MOTOR	10
FIGURA 4.CHEVROLET GRAND VITARA 2.0L 2010	12
FIGURA 5. Sonda LAMBDA	14
FIGURA 6. SISTEMA DE INYECCIÓN DIRECTA MULTIPUNTO.....	16
FIGURA 7. CURVA POTENCIA-TORQUE MOTOR J20	18
FIGURA 8. SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR.....	19

FIGURA 9. SENSOR DE POSICIÓN DE LA MARIPOSA	20
FIGURA 10. SENSOR DE OXÍGENO.....	21
FIGURA 11. VÁLVULA EGR	22
FIGURA 12. EXTRACCIÓN DE BOBINAS DE ENCENDIDO	23
FIGURA 13. MOTOR J20	25
FIGURA 14. COMPONENTES DESMONTADOS DEL VEHÍCULO.....	26
FIGURA 15. CUERPO DE ACELERACIÓN	26
FIGURA 16. CHEVROLET GRAND VITARA 2.0L 2010	27
FIGURA 17. VEHÍCULO SUBIENDO AL ELEVADOR.....	31
FIGURA 18. ALINEACIÓN DEL VEHÍCULO EN EL ELEVADOR	32
FIGURA 19. SUBIDA RUEDAS MOTRICES SOBRE EL DINAMÓMETRO	32
FIGURA 20. PRUEBA DE ACOPLAMIENTO.....	33
FIGURA 21. FAJA	33
FIGURA 22. INSTALACIÓN CORREA TENSORA Y FAJA	34
FIGURA 23. COLOCACIÓN FAJA EN POSTE	34
FIGURA 24. TENSIÓN DE CORREAS	34
FIGURA 25. PUNTOS DE ANCLAJE DEL VEHÍCULO.....	35
FIGURA 26. DISPOSICIÓN DE CORREAS EN X	35
FIGURA 27. BLOQUES DE SEGURIDAD	36
FIGURA 28. COLOCACIÓN CINTA REFLECTANTE.....	36
FIGURA 29. COLOCACIÓN SENSOR ÓPTICO	37
FIGURA 30. LUZ SENSOR ÓPTICO EN LA CINTA	37
FIGURA 31. ÁREA DE TRABAJO	38
FIGURA 32. GRÁFICA DE TENDENCIA PRUEBA 1.....	39
FIGURA 33. GRÁFICA DE TENDENCIA PRUEBA 2.....	40
FIGURA 34. GRÁFICA DE TENDENCIA PRUEBA 3.....	41

FIGURA 35. COMPARACIÓN DE DATOS	45
---------------------------------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. REQUERIMIENTO GASOLINA SÚPER	4
TABLA 2. ESPECIFICACIONES DINAMÓMETRO	8
TABLA 3. PESO CHEVROLET GRAND VITARA 2.0L	16
TABLA 4. RELACIÓN DE TRANSMISIÓN.....	17
TABLA 5. ESPECIFICACIONES DE COMPRESIÓN	23
TABLA 6. DATOS PRUEBA DE COMPRESIÓN.....	24
TABLA 7. TABLA COMPARATIVA DE COMPRESIÓN.....	24
TABLA 8. RECOPIACIÓN DE DATOS	42
TABLA 9. GRÁFICA DE POTENCIA EN KW	46
TABLA 10. GRÁFICA DE LA TABLA RENDIMIENTO TÉRMICO.....	46
TABLA 11. GRÁFICA DEL TORQUE	47
TABLA 12. GRÁFICA DE CONSUMO ESPECIFICO DE COMBUSTIBLE	47
TABLA 13. GRÁFICA RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO	48

RESUMEN GENERAL

Básicamente realizaremos un estudio de análisis del desempeño del motor DOHC J20 correspondiente al Chevrolet Grand Vitara 2.0L 2010, para poder realizar este tipo de estudios utilizaremos una herramienta específica la cual es el dinamómetro y nos permite realizar un análisis de curvas torque potencia y consumo de combustible dependiendo de la carga del automotor.

Al hablar nosotros de estudios y de análisis de realizaran diferentes tipos de pruebas para obtener dichos resultados además de realizar comparaciones con los datos obtenidos. Toda esta información la obtuvimos revisando manuales de taller y verificándolo personalmente.

El objetivo principal que nosotros esperamos hacer realidad es saber el desempeño que puede llegar a tener un automotor y podamos tener las tablas de torque potencia que son muy utilizadas en nuestro mundo automotriz.

ABSTRACT

Basically we carry out a study to analyze the performance of the engine corresponding to DOHC J20 2.0L 2010 Chevrolet Grand Vitara, to perform such studies use a specific tool which is the dynamometer and allows us to analyze power torque curves and fuel consumption depending on the load of the motor.

When we speak of study and undertake analysis of different types of tests for these results further to make comparisons with the data obtained. All this information is obtained by reviewing workshop manuals and checking it personally.

The main objective that we hope to do really is to know the performance that can have a motor and can have power torque tables that are used in our automotive world

INTRODUCCIÓN

El análisis de las curvas obtenidas del Chevrolet Grand Vitara 2010 basadas en las pruebas con el dinamómetro de chasis, obteniendo resultados de consumo de combustible súper, potencia, eficiencia y torque para determinar su desempeño y eficiencia.

Dentro de los textos tenemos información sobre pruebas realizadas en dinamómetros pero dichos datos son muy generalizados, con la herramienta especial que es el dinamómetro se puede tomar datos reales y compararlos con los que indica el manual de fabricante.

CAPÍTULO I

RESEÑA GENERAL

El capítulo I estará compuesto por los objetivos y elementos para realizar el estudio y análisis de curvas de eficiencia y desempeño del motor Dohc J20 2.0L del Grand Vitara 2010 DLX con combustible súper.

1.1 Objetivos de la investigación.

1.1.1. Objetivo General.

- Estudiar y analizar de curvas de eficiencia y desempeño del motor DOHC J20 2.0L del Grand Vitara 2010 DLX con combustible súper.

1.1.2. Objetivos Específicos.

- a) Determinar el desempeño del motor DOHC J20 2.0L del Grand Vitara 2010 DLX con combustible súper.
- b) Interpretar y analizar los resultados obtenidos en las pruebas con los datos obtenidos del fabricante.

c) Determinar las diferentes variables existentes en los resultados obtenidos, tendremos diferentes variables como lo es la temperatura ambiente, además de las características del combustible que procedamos a utilizar esto lo tendremos como variables principales en nuestro análisis.

Se procederá a comparar la información del manual del vehículo Chevrolet Grand Vitara DLX 2010 con motor J20 2.0L con combustible súper, de esta manera se corroborara la información señalada en el manual sea la misma que nos arrojan los instrumentos de medición, y diagnóstico.

1.2. Antecedentes.

Se realizara una breve reseña del vehículo que se investiga y la herramienta especial con la que se realizaran las pruebas.

1.2.1. Reseña del Chevrolet Grand Vitara 2.0L DLX.

El Chevrolet Grand Vitara 2.0L es un vehículo el cual llego a nuestro mercado como una SUV de mediano tamaño con un diseño exterior atractivo y un interior básico pero con todas las comodidades, sus versatilidad es una de las grandes características de este vehículo ya que es usado dentro o fuera de la ciudad. La autonomía de consumo es de 32 Km/Galón con un motor potente de 2.0L que nos entrega 126 HP a 6000 RPM y un torque de 17,7 Kg-m a 4300 RPM. Su costo es accesible por ello se ha convertido en una de las SUV más vendidas. Figura 1.



Figura 1. Chevrolet Grand Vitara

Fuente: Luis Hernán González Salazar

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

1.2.2. Dinamómetro Generalidades.

Un dinamómetro es una herramienta muy común de ver ya sea en las instalaciones de revisión vehicular, o en las ensambladoras y también en los talleres dedicados a la preparación de vehículos de competencia indiferente de la categoría en la que vayan a competir, siempre veremos este tipo de herramientas.

Un dinamómetro es una herramienta de medición en la cual se encarga de medir el rendimiento del motor, determinando el torque del motor.¹

Los dinamómetros son elementos necesarios para realizar diferentes pruebas dependiendo de las características del mismo, entre sus aplicaciones básicas están las siguientes:

- ❖ Ser utilizado para medir el peso y al mismo tiempo determina la masa de lo que se encuentre midiendo.
- ❖ Se realizan pruebas para probar motores de combustión interna o de explosión.

¹ DYNOCOM IND. (s.f.). DYNO X SERIES. *DYNO X SERIES 5000/ 800 HP* .

1.2.3. Combustible Súper – Normas INEN.

La gasolina súper comercializada dentro de nuestro país tiene un mínimo de 95 octanos, establecido desde agosto del 2014 en la norma INEN 935, a continuación se detalla en la tabla los requisitos de la gasolina súper. Tabla 1

Tabla 1. Requerimiento gasolina súper

REQUISITOS	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO	METODO DE ENSAYO
Número de octano Research	RON	95	...	NTE INEN 2102
Destilación 10%	°C	...	70	NTE INEN 926
Destilación 50%	°C	77	121	NTE INEN 927
Destilación 90%	°C	.....	190	NTE INEN 928
Punto Final	°C	...	220	NTE INEN 929
Residuo de destilación	%	.....	2	NTE INEN 930
Relación vapor - Líquido, a 60°C	....	.....	20	NTE INEN 932 - ASMT D 5188
Presión de vapor	kPa	.....	56 ⁰	NTE INEN 928 - ASMT D 2953 - ASMT D 5191
Corrosión a la lámina de cobre (3h a 50°C)	....	.....	1	NTE INEN 927
Contenido de Gomas	mg/100cm ³	.....	3	NTE INEN 933
Contenido de Azufre, W ^s	%	.....	0,0010	NTE INEN 929 - ASTM D 4294
Contenido de Aromáticos	%	.....	35.0	NTE INEN 2252 ASTM 6730
Contenido de Benceno	%	.....	0,6	ASTM D 3606 - ASTM D 5580 - ASTM D 6277
Contenido de Olefinas	%	.....	18	NTE INEN 2252 ASTM D 6277
Estabilidad de Oxidación	min.	240	....	NTE INEN 934
Contenido de Oxígeno	%	.....	3,5	ASTM D 4815 - ASTM D 5845

Fuente: www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/rte_028.pdf

Editado por: Luis Hernán González Salazar

1.3. Justificación.

Como justificación teórica vamos a tomar los manuales y datos que son dados por el fabricante. Dentro de esto podemos decir que nuestra herramienta principal será el dinamómetro el cual tiene como principio de funcionamiento el mismo de los motores de tipo Eddy el cual funciona que un fenómeno eléctrico

que se produce cuando un conductor atraviesa un campo magnético variable, o viceversa. El movimiento relativo causa una circulación de electrones, o corriente inducida dentro del conductor. Estas corrientes circulares de Foucault crean electroimanes con campos magnéticos que se oponen al efecto del campo magnético aplicado (Ley de Lenz). Cuanto el campo magnético aplicado sea más fuerte, o el conductor tenga una mayor conductividad, o siendo mayor la velocidad relativa de movimiento, mayores serán las corrientes de Foucault y los campos opositores generados.

Mientras el Chevrolet Grand Vitara 2010 2.0L DLX es un vehículo de procedencia Japón ensamblado en la planta de General Motors Quito-Ecuador, es de clase estándar dirigido a un mercado de clase media con un acabado básico para el mercado, óptimo para trasladarnos de un punto a hasta un punto b en donde también contaremos con su autonomía de consumo la cual es de 32km/galón (este dato está sujeto a cambio por tipo de combustible y tipo de conducción).

Sera un estudio ya que nosotros nos basaremos en datos previamente dados determinando si estos corresponden a la realidad o no, de manera que usaremos variables cuantitativas, además de un estudio de científico ya que existirán variables como son temperatura ambiental y lectura de coordenadas para la interpretación del análisis.

Nos dará una conclusión en la cual podremos decir que efectivamente el Chevrolet Grand Vitara 2010 con motor 2.0L DLX tiene un desempeño optimo al que dice el fabricante, dado a que tenemos como variables el kilometraje del vehículo, también temperatura, posible desgaste de ciertos componentes además de que dichas pruebas será tomadas a nivel del mar, en caso de no

tener un resultado positivo se determinaran las razones por las que hemos tenido este resultado, además que justificaremos porque estamos teniendo dichos resultados e indicaremos las recomendaciones necesarias para tener el Chevrolet Grand Vitara 2010 2.0L DLX en condiciones óptimas para desgaste normal del vehículo.

1.4. Hipótesis.

De tener un resultado positivo, encontraremos que el vehículo se mantiene en óptimas condiciones, dependiendo del historial del mismo, en caso de tener un valor totalmente variado, se debe determinar las variables del mismo, ya sea la conducción el tipo de combustible, nivel de desgaste de los componentes, estado de neumáticos, temperatura ambiente, determinar si las pruebas se han realizado al nivel del mar. Entre otros factores como seria temperatura del motor, o si existe una falla en el motor ya sea una pérdida de aceite o consumo del refrigerante; como último punto variable tenemos el dinamómetro el cual dependiendo como tomemos las pruebas de desempeño puede que tengamos una variación del mismo, estos resultados deben ir a la par con el kilometraje del Chevrolet Grand Vitara 2010 motor 2.0L DLX, y su nivel de desgaste normal.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Se profundizara los temas tocados en el capítulo anterior facilitando así la lectura y comprensión de los próximos puntos a tratar en este análisis de curvas características.

2.1. Dinamómetro.

El equipo es de procedencia USA de la compañía Dynocoms con su planta de ensamblaje en la ciudad de Dallas-Texas, el Dinamómetro es de la serie X 2WD. Este es capaz de soportar velocidades de hasta a 155 millas por hora y 800 HP.

El peso máximo del eje es de 6.500 libras y el rango de ancho de vía es de 36 " - 86"(al hablar de ancho de vía se refiere a la longitud mínima y longitud máxima de los ejes de tracción de un vehículo que pueden ser montados sobre los rodillos). El Dyno X fue diseñado para una variedad de diferentes escenarios de pruebas - FWD / RWD automóviles, compactos deportivos, Diésel Camiones, Motos. Tabla 2.

Tabla 2. Especificaciones Dinamómetro

Max Eje Peso:	6500 libras
Max Potencia:	800 HP
Velocidad máxima:	155 mph
Vehículo Track Rango:	16 " (mínimo dentro) - 86 " (máximo)
Distancia entre ejes máxima:	86 pulgadas
Max Estado Torque:	1.800 pies libras por retardador
Max Dinámica de par:	5.000 pies libras por eje
Requisitos eléctricos:	220/240 VAC @ 25AMPs

Fuente: DYNOCOM IND

Editado por: Luis Hernán González Salazar

El dinamómetro es un dispositivo el cual generalmente es utilizado para verificar el funcionamiento y desempeño de un motor, midiendo toque y potencia.

Los dinamómetros son elementos necesarios para realizar diferentes pruebas dependiendo de las características del mismo, entre sus aplicaciones básicas están las siguientes:

- ❖ Ser utilizado para medir el peso y al mismo tiempo determina la masa de lo que se encuentre midiendo.
- ❖ Se realizan pruebas para probar motores de combustión interna o de explosión.

2.2. Tipos y su principio de funcionamiento.

Existen 2 tipos de dinamómetros, dentro de estos tipos tenemos los dinamómetros de motor y los dinamómetros de chasis

2.2.1. Dinamómetro de Chasis.

El dinamómetro de chasis es utilizado para determinar cuanta potencia y torque entrega un motor a las ruedas. Esto quiere decir que el dinamómetro de chasis nos entrega los parámetros reales de un vehículo ya ensamblado.

Existen de dos tipos, 2WD y 4WD o AWD contando los dos últimos con un juego adicional de rodillos; en la figura 2 podemos apreciar un dinamómetro 2WD de la serie Dyno X que es con el que se realizaran las pruebas.



Figura 2. Dinamómetro de Chasis

Fuente: <http://www.dynocom.net/catalog/detail.asp?iPro=136>

Editado por: Luis Hernán González Salazar.

2.2.2. Dinamómetro de Motor

Este equipo permite obtener la potencia neta del motor ya que está conectado de forma directa al cigüeñal, el campo de aplicación está más centrado en la innovación y repotenciación de motores.

Los resultados obtenidos de las pruebas en este tipo de equipo solo reflejan las curvas del motor, se debe tomar en consideración que el motor al ser montado en un vehículo deberá ser consideradas las pérdidas ocasionadas por

los elementos motrices como son la caja de cambios, diferencial, pérdidas por patinaje de las llantas, etc. Figura 3.

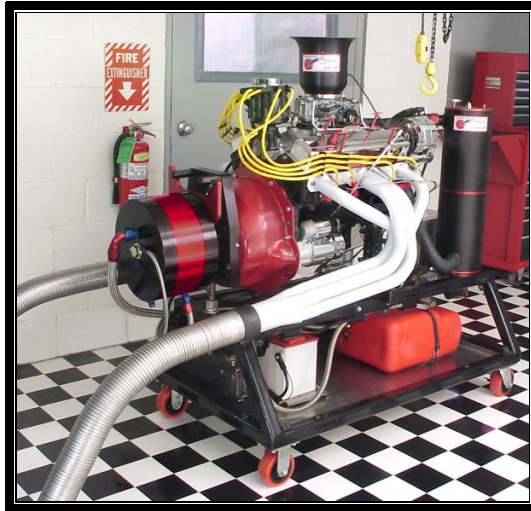


Figura 3. Dinamómetro de Motor

Fuente: <http://www.dynomitedynamometer.com/dyno/dyno.htm>

Editado por: Luis Hernán González Salazar

2.3. Componentes de Dinamómetro de Chasis.

Al considerar que el principio de funcionamiento de todo dinamómetro de chasis se basa en los mismos componentes y partes, a continuación se enuncian sus principales componentes:

- ❖ **Chasis:** esta parte del dinamómetro es la encargada de soportar todos los esfuerzos producidos por el peso de las piezas que forman el dinamómetro, adicional debe ser capaz de soportar el peso de los vehículos para los cuales fue diseñado
- ❖ **Rodillos:** la configuración de los rodillos en los dinamómetros de chasis es variable dependiendo el uso que se le vaya a dar al dinamómetro, existen configuraciones desde un solo rodillo de gran

diámetro hasta equipos con varios juegos de rodillos para soportar todas las ruedas motrices de las unidades a examinar, son estructuras cilíndricas rígidas las cuales al centro soportan un eje que en sus extremos descansa en rodamientos y van conectados a la unidad de absorción de potencia, cuentan con un sistema que permita registrar la velocidad de giro (velocidad angular).

- ❖ **Sistema de inercia:** este es el sistema que se utiliza para simular la resistencia al avance que tendría el vehículo en una carretera normal.
- ❖ **Dispositivos de adquisición de datos:** está formada por 2 tipos de dispositivos, el primero es una celda de carga la cual es un transductor que convierte una fuerza en una señal eléctrica que posteriormente es amplificada y procesada para convertirla en dato. La segunda parte es una rueda perforada en intervalos regulares y un captador magnético el cual genera un pulso, al amplificar y procesar estos pulsos se obtiene la velocidad angular del rodillo
- ❖ **Unidad de absorción de potencia:** esta pieza es la encargada de oponerse al giro de los rodillos.

2.4. Situación actual del Chevrolet Grand Vitara 2.0L DLX.

Se describe una breve reseña histórica del Chevrolet Grand Vitara, su evolución desde la primera versión hasta la actual.

El Chevrolet Grand Vitara 2.0L DLX es uno de los vehículos más comprados dentro de nuestro país, ya que es un vehículo de gama media, este vehículo paso por varios cambios dentro de la primera generación comenzó en 1991 como un Chevrolet VITARA 3P y 5P, en los USA y Europa es conocido con la marca Suzuki. En el 2001 fue re-diseñado para tomar el nombre de Chevrolet

Grand Vitara cambiando su motorización de un motor 1.6L a un motor 2.0L, aunque su marca original y nombre fue Suzuki Grand Vitara.

Para el mercado Ecuatoriano existen dos versiones, tanto 3P con un motor 1.6L SOHC como la versión 5P con un motor 2.0L DOHC. Nuestro estudio está basado en la versión 5P con motor 2.0L DOHC. Este motor fue diseñado con la configuración de 16 válvulas en V, con una potencia de 126 HP a 6000 RPM y un torque de 17,7 Kg-m a 4300 RPM, posee una transmisión manual de 5 velocidades. Figura 4.



Figura 4. Chevrolet Grand Vitara 2.0L 2010

Fuente: Luis Hernán González Salazar

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

2.4.1 Motor DOHC.

Las siglas DOHC corresponden a un motor de doble barra de levas o como sus siglas en ingles lo dicen double overhead camshaft.

La principal ventaja de los motores DOHC, es que por la ubicación de las barras de leva permiten que la disposición de las bujías sea en el centro de la cámara, mejorando la combustión y evitando el fenómeno de detonación cuando el vehículo presenta alta carga en el motor (RPM bajas con la mariposa de aceleración muy abierta).

Al ser un motor DOCH utilizara una cámara de tipo hemisférica con válvulas inclinadas hacia el pistón mejorando la mezcla de aire combustible.

2.5. Sistema de Alimentación.

El sistema de alimentación de combustible empieza desde el tanque con la bomba que suministra combustible a los inyectores y dos sensores principales de alimentación que son el sensor MAP y la sonda Lambda que son los encargados de proporcionar suficiente volumen de combustible en diferentes condiciones de servicio.

El sensor MAP censa la cantidad de vacío del ducto de admisión. Si hace falta una gran cantidad de combustible, el sensor MAP puede programar condiciones de vacío bajo, como por ejemplo la condición de mariposa a plena carga (WOT). El ECM enriquece la mezcla de combustible utilizando esa información e incrementando en consecuencia el tiempo de activación de la válvula de inyección de combustible para inyectar la cantidad de combustible correcta.

El vacío aumenta cuando el motor desacelera. El sensor MAP detecta el cambio de vacío; el ECM traduce ese cambio y, a continuación, acorta el tiempo de activación de la válvula de inyección de combustible, reduciendo así el suministro de combustible.

2.5.1. Sonda Lambda Calentada (HO₂S)

Es un dispositivo capaz de medir la relación Lambda de los gases de escape en función de la cantidad de oxígeno que posean. La medida de la sonda Lambda es una señal de voltaje de entre 0 y 1 v.

La sonda Lambda está formada interiormente por dos electrodos de platino separados por un electrolito de cerámica porosa. Uno de los electrodos está en contacto con la atmósfera y el otro con los gases de escape. Además la sonda está dispuesta de una sonda interna de caldeo para llegar fácilmente a los 300 grados centígrados, su temperatura óptima de funcionamiento.

Funcionamiento.

Al estar cada uno de los electrodos de platino en entornos diferentes adquieren cantidades diferentes de iones de oxígeno. De esta manera uno de ellos queda eléctricamente más cargado que el otro, creando entre ellos una diferencia de voltaje o diferencia de potencial. Figura 5.



Figura 5. Sonda Lambda

Fuente: <https://www.ngk.de/es/tecnologia-en-detalle/sondas-lambda/>.

Editado por: Luis Hernán González Salazar.

2.5.2. Modo de Arranque.

Cuando el vehículo encendido la ECU (Unidad de Control Electrónica) compruebe los valores de temperatura que entrega el sensor ECT (sensor de temperatura del refrigerante del motor) y el sensor TP (sensor de posición de la mariposa) para determinar la relación aire/combustible más adecuada para el arranque.

2.5.3. Modo de aceleración y desaceleración

2.5.3.1 Modo de Aceleración

El ECM responde a los cambios rápidos de posición de la mariposa y de caudal de aire, y suministra combustible adicional.

2.5.3.2 Modo de desaceleración

El ECM responde a los cambios de posición de la mariposa y de caudal de aire, y reduce la cantidad de combustible suministrado. El ECM corta completamente el combustible durante un breve periodo de tiempo si la desaceleración es demasiado rápida.

2.6. SISTEMA DE INYECCIÓN DIRECTA MULTIPUNTO.

El sistema de inyección directa multipunto es la opción más común utilizada en los vehículos de mediana y alta gama; se conoce por inyección indirecta porque los inyectores se encuentran ubicados en al final de los colectores de admisión y el número de inyectores es directamente proporcional al número de cilindros del motor.

2.6.1. Funcionamiento.

Su principio de funcionamiento radica en que los inyectores están ubicados antes de la cámara de combustión, sobre el final del colector de admisión para que el flujo vaya directo a la cámara.

Existen dos parámetros básicos para la inyección de combustible: la presión del colector de admisión y el régimen del motor, con los que la ECU establece

un tiempo de inyección (en el que los inyectores permiten el paso de gasolina al colector de admisión).

Este tiempo, que son milisegundos, es modificado por el calculador en función de la información enviada por los captadores.

Para la determinación de estos parámetros son utilizados transductores capaces de determinar modificaciones de tensión eléctrica, de acuerdo con la magnitud que controlan. Los transductores transmiten a la ECU la información que será procesada y así transmitir las órdenes al sistema. Figura 6.



Figura 6. Sistema de Inyección Directa Multipunto

Fuente: <http://noticias.coches.com/consejos/inyeccion-del-combustible-que-es-y-cuales-son-los-tipos-principales/148976>

Editado por: Luis Hernán González Salazar

2.7. Desempeño Chevrolet Grand Vitara 2.0L.

Datos de peso y capacidad de carga del Vehículo. Tabla 3.

Tabla 3. Peso Chevrolet Grand Vitara 2.0L

CHEVROLET GRAND VITARA 2.0L	
Datos	Especificaciones
Peso vacío (Kg)	1300/1355
Peso bruto vehicular(Kg)	1950
Capacidad de carga (Kg)	650/595
Tanque de Combustible (lts)	66

Fuente: Manual de Taller Chevrolet Grand Vitara

Editado por: Luis Hernán González Salazar

El Chevrolet Grand Vitara viene equipado con un confiable motor de 2.0L a gasolina de 4 cilindros y 16 válvulas DOHC, que le permite alcanzar una potencia máxima de 126 HP a 6.000 RPM.

Su sistema de alimentación MPFI le proporciona una eficiencia muy alta al motor, dándole mayor potencia y mejor desempeño a bajas y altas revoluciones, con un consumo promedio de 32 km/galón (sujeto a las condiciones y estilo de manejo). Tabla 4.

2.7.1 Relación de Transmisión.

Tabla 4. Relación de Transmisión

CHEVROLET GRAND VITARA 2.0L	
Datos	Especificaciones
Transmisión	T/M
Relación 1º	3652
Relación 2º	1947
Relación 3º	1379
Relación 4º	1.00
Relación 5º	0,795
Reversa	3670
Relación de Eje Posterior	4875

Fuente: Manual de Taller Chevrolet Grand Vitara

Editado por: Luis Hernán González Salazar

2.7.2 Gráfica de valores teóricos.

En dichas curvas podemos apreciar el desempeño del motor entregando torque y potencia hasta las 6500 rpm haciendo un corte de inyección para proteger el motor. Figura 7.

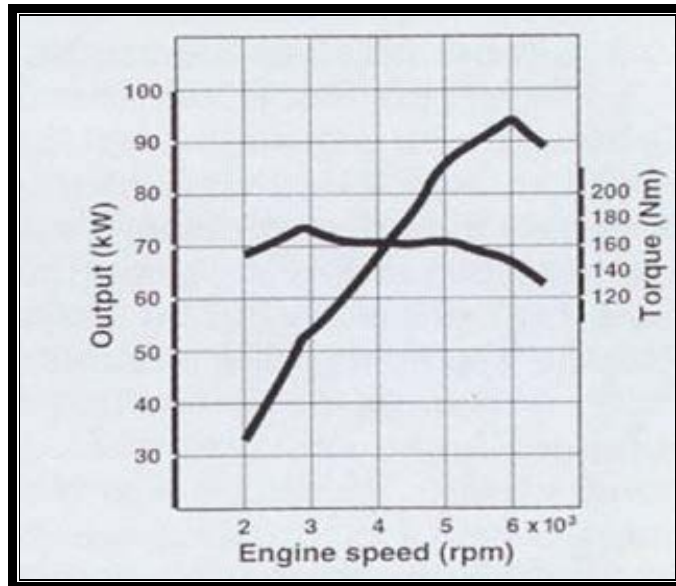


Figura 7. Curva Potencia-Torque Motor J20

Fuente: http://suzuki.run4x4fun.com/images/j20_1.jpg.

Editado por: Luis Hernán González Salazar.

2.8. Sensores y Actuadores.

2.8.1. Sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT).

El sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT) es un termistor cuya resistencia varía en función de los cambios de temperatura.

El módulo de control del motor (ECU) suministra 5 V al sensor de ECT a través de una resistencia interna y mide los cambios de tensión. La tensión sube cuando el motor está frío y cae cuando el motor está caliente. El ECU determina la temperatura del refrigerante midiendo los cambios de tensión.²

Figura 8.

² Corporation, S. M. (2002). *Manual de taller suzuki grand vitara*. Japon: Suzuki Motor Corporation.



Figura 8. Sensor de temperatura del refrigerante del motor

Fuente: Luis Hernán González Salazar

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

2.8.2. Sensor de posición de la mariposa (TPS).

El sensor TPS o Sensor de Posición de Aceleración (Throttle Position Sensor) se encarga de monitorear la posición de la mariposa de la admisión de aire hacia el motor, entregando una señal hacia el Módulo de Control Electrónico que es usado para controlar los tiempos de inyección de combustible hacia las cámaras de combustión.

Cuando el motor se encuentra en ralentí, el sensor TPS envía una señal equivalente a cero grados hacia el Módulo de Control Electrónico, de manera que es quien controla las revoluciones del motor en función de la temperatura del refrigerante, la cantidad de aire que ingresa al motor y la carga eléctrica que demande el automóvil en ese momento. Figura 9.



Figura 9. Sensor de posición de la mariposa

Fuente: Luis Hernán González Salazar

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

En cuanto a la carga eléctrica puede ser: luces internas y externas, equipo de audio y video, aire acondicionado y ventilación, o cualquier equipo que se encuentre conectado al encendedor de cigarrillos.

El sensor TPS es simple un potenciómetro acoplado al eje de la mariposa de aceleración y se desplaza cierto ángulo en función de la aceleración, el ángulo máximo que se mueve es alrededor de 100 grados y tiene sentido que sea así pues a 0 grados la mariposa de aceleración está cerrada y se encuentra verticalmente con el ducto de acceso de aire hacia el múltiple de admisión, mientras que a máxima aceleración la mariposa de aceleración debe estar paralela al ducto de admisión.

La señal que el sensor TPS entrega al ECU es una señal de voltaje y cambia en función del pedal acelerador. Sin aceleración o en ralentí, la salida del sensor TPS es muy baja, alrededor de 0.4~0.8 Voltios.

Conforme se incrementa la aceleración también lo hace el voltaje de señal del sensor TPS hasta alcanzar su máximo valor a aceleración total, en este caso el voltaje máximo del sensor TPS será entre 4.5~5.0 Voltios.

2.8.3. Sensor de oxígeno del sistema de control del catalizador.

Un catalizador de 3 vías (TWC) controla las emisiones de hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO) y óxidos nitrosos (NOX).

La unidad de control electrónico (ECU) maneja este proceso mediante el sensor de oxígeno. Estos sensores producen una señal de salida que indica la cantidad de oxígeno presente en los gases de escape que entran y salen del catalizador de 3 vías.



Figura 10. Sensor de oxígeno
Fuente: Luis Hernán González Salazar
Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

La función principal del sensor es monitorizar el catalizador con cierta acción de control de combustible. La ECU corregirá ligeramente el suministro de combustible como respuesta a la cantidad considerable de tiempo que la tensión del sensor de oxígeno de control de combustible pasa por encima o por debajo de la tensión de 450 mV, con el fin de asegurar que la cantidad de combustible cumple los requisitos del catalizador. Figura 10.

2.8.4. Válvula EGR (Exhaust Gases Recirculation).

La válvula EGR es un mecanismo pensando para reducir las emisiones contaminantes, tanto en los motores a gasolina como en los diésel. Normalmente la válvula EGR se abre o se cierra a bajo y medio régimen.

Por lo que el aire introducido en la cámara de combustión tiene menos oxígeno, al producirse la explosión en el cilindro sólo reaccionan los gases frescos, los que sí tienen oxígeno para quemar. Se generará menos calor, que es el efecto buscado para reducir la formación de óxidos de nitrógeno. Cuando se demanda máxima potencia, es decir, cuando se acelera a fondo, la válvula EGR permanece cerrada, ya que en esas circunstancias se necesita la aportación de aire con la mayor cantidad de oxígeno posible, es decir, aire fresco.³ Figura 11.



Figura 11. Válvula EGR

Fuente: Luis Hernán González Salazar

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

2.9. Situación actual del vehículo.

2.9.1. Parámetros teóricos del vehículo.

- ❖ **Compresión de cilindro:** Para este vehículo los parámetros normales de compresión del motor son los detallados en la tabla 5 que se ilustran a continuación:

³ GENERAL MOTORS. (s.f.). *CHEVROLET*.

Tabla 5. Especificaciones de compresión

Especificaciones de presión de compresión	
Estándar	1400 kPa (203 psi)
Límite	1200 kPa (174 psi)
Diferencia máxima entre cualquier par de cilindros	100 kPa (14,5 psi)

Fuente: Manual de taller Chevrolet Grand Vitara

Editado por: Luis Hernán González Salazar

2.9.2. Parámetros reales del vehículo.

Para realizar esta prueba se procedió a calentar el motor hasta su temperatura de trabajo optima, una vez caliente el motor se desconectan los acopladores de las bobinas de encendido retirándolas y extrayendo las bujías; adicional a ello se desconectan los acopladores de los inyectores ya que para proceder con la prueba se debe dar arranque al motor y si no se desconectan los inyectores tendremos inyección de combustible en la cámara. Figura 12.



Figura 12. Extracción de bobinas de encendido

Fuente: Luis Hernán González Salazar

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

Se instala el medidor de compresión en el orificio de la bujía, el siguiente paso es poner la palanca de cambios en punto neutral. Pisando el acelerando a fondo para dar total apertura a la mariposa de gases y embragando a fondo para aligerar la carga se procede a dar arranque al motor haciéndolo girar como mínimo a 250 rpm.

Una vez tomada la primera medición se procede a repetir los mismos pasos en los siguientes cilindros. Tabla 6.

Tabla 6. Datos prueba de compresión

Prueba de compresión	
Cilindro #1	198 psi
Cilindro #2	197 psi
Cilindro #3	197 psi
Cilindro #4	198 psi

Fuente: Luis Hernán González Salazar

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

2.9.3. Comparación de parámetros.

De acuerdo con las pruebas de compresión realizadas y comparando con las especificaciones del vehículo se concluye que el motor se encuentra en óptimas condiciones ya que sus parámetros estándar es de 203 psi con un límite de 174 psi y una diferencia máxima entre cilindros de 14,5 psi, la prueba realizada proporciono los parámetros de compresión de 198 psi en los cilindros 1 y 4, mientras que en los cilindros 2 y 3 nos dio 197 psi.

Ya que la diferencia máxima entre par de cilindros es de 1 psi y la compresión está muy cerca de los datos teóricos se determina que el vehículo se encuentra en condiciones para realizar las pruebas en el dinamómetro.

Tabla 7.

Tabla 7. Tabla comparativa de compresión

Prueba de compresión		
# Cilindros	Real	Teórico
Cilindro #1	198 psi	Estándar 203 psi – mínimo 174 psi
Cilindro #2	197 psi	Estándar 203 psi – mínimo 174 psi
Cilindro #3	197 psi	Estándar 203 psi – mínimo 174 psi
Cilindro #4	198 psi	Estándar 203 psi – mínimo 174 psi

Fuente: Luis Hernán González Salazar

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

2.9.4. Mantenimiento y afinamiento del motor.

A continuación se muestra en la figura 13 el motor J20 correspondiente al Grand Vitara.



Figura 13. Motor J20

Fuente: Luis Hernán González Salazar

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

Mecánicamente se realizó un mantenimiento del motor guiado por el manual de taller del fabricante, a continuación se detalla el mantenimiento realizado:

- ❖ Cambio de aceite.
- ❖ Filtro de aceite.
- ❖ Filtro de combustible.
- ❖ Filtro de aire.
- ❖ Cambio de bujías.

Los repuestos y aceite utilizados en el mantenimiento fueron los recomendados por el fabricante en su manual de taller.

Adicional a los cambios de partes antes mencionados se procedió a realizar una limpieza del cuerpo de aceleración, admisión y la limpieza de los

inyectores colocándolos en el banco, realizando el cambio de micro filtros. La válvula EGR fue desmontada para limpiar el exceso de carbonilla. Figura 14. Figura 15.



Figura 14. Componentes desmontados del vehículo

Fuente: Luis Hernán González Salazar

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar



Figura 15. Cuerpo de aceleración

Fuente: Luis Hernán González Salazar

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

Este vehículo tiene un recorrido marcado de 83372 km. Figura 16.



Figura 16. Chevrolet Grand Vitara 2.0L 2010

Fuente: Luis Hernán González Salazar

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

2.10. Torque – Par motor.

También llamado momento de una fuerza, en física - la tendencia de una fuerza para rotar un cuerpo. El torque, considerando su eje de rotación, es igual a la magnitud de un componente de la fuerza del vector acostado en un plano perpendicular al eje, multiplicado por la distancia más corta entre el eje y la dirección del componente de la fuerza, sin considerar su orientación.

$$Tq = \frac{HP \times 5252}{RPM}$$

HP: Caballos de fuerza

5252: 500 ft-lbs / sec → 33000 ft-lbs / min

$$HP = (\text{torque} \times \text{rpm} \times 2 \pi) / 33000 / \text{min} \rightarrow 33000 / (2 \times 3.1416) \rightarrow 5252$$

2.11. Potencia al freno.

La potencia de salida de los motores se llama también potencia al freno (BHP) debido al dispositivo de freno usado para mantener la velocidad del motor en el valor conveniente mientras se efectúa la medición de la potencia. Cuando por ejemplo la potencia de un motor está estimada en 300 HP (223,8

kW) ésta es realmente la potencia al freno. O sea, la potencia que el motor puede producir a una cierta velocidad con la mariposa del carburador totalmente abierta.

Formula

$$\text{BHP} = Tq \cdot \frac{2\pi \cdot N}{60}$$

BHP: Caballos de fuerza al freno

ω : Velocidad angular

Tq: Torque

2.12. Consumo específico.

Es la cantidad de consumo de combustible que tiene un motor, en determinado tiempo de trabajo.

Otra manera de decirlo es que es la masa de combustible consumida y la potencia entregada por una unidad de tiempo, estos resultados van a depender del rendimiento térmico de la combustión y del rendimiento volumétrico.

$$\text{CEC} = \frac{mc}{Pf} \text{ kg}/(\text{kW} \cdot \text{hr})$$

mc= flujo másico del combustible

Pf= Potencia al freno

2.13. Rendimiento volumétrico (η_v)

Se le llama rendimiento volumétrico al porcentaje de presión de llenado de un cilindro.

$$\eta_v = \frac{ma}{mD} * 100\%$$

ma= consumo másico de aire real en kg/hr

mD= consumo de aire teórico en kg/hr

$$ma = \frac{\pi * D^2}{4} * C * \sqrt{\frac{2 * C1 * ho * Pa}{Ra * Ta}} * 3600$$

ma= consumo másico de aire real, en kg/hr

D= Diámetro del orificio de admisión: 0.055 m

C= Coeficiente de descarga: 0.62

C1= Constante referida al fluido del manómetro (N/m2)/mmH2O

Ho= Altura del manómetro, en mmH2O

Pa= Presión atmosférica Pa

Ra Constante del aire Nm/(kg. °K)

Ta= Temperatura ambiente °K

$$VD = n * \frac{\pi * D^2}{4} * L * \frac{N}{60 * k2} * 3600$$

VD= volumen de aire teórico consumido por el motor m3/hr

n= número de cilindros del vehículo

D= dinamómetro del cilindro en m

L= carrera del pistón en m

N= revoluciones a las que gira el motor (RPM)

K2= 2 para motores de 4 tiempos

$$\rho_{aire} = \frac{mD}{VD}$$

Paire= densidad del aire

mD= consumo másico de aire teórico en Kg/hr

VD= volumen de aire teórico consumido m3/hr

mD= Paire*VD

2.14. Rendimiento térmico (η_t)

El rendimiento térmico nos demuestra el nivel de aprovechamiento del poder calórico del combustible.

$$\eta_t = \frac{P_f}{mc * Q_{neto}} * 3600 * 100\%$$

P_f = potencia al freno, kW

mc = consumo másico de combustible, en kg/hr

Q_{neto} = poder calorífico de la gasolina

CAPÍTULO III

TOMA DE MUESTRAS

En este capítulo se habla sobre la toma de muestras para realizar el análisis de las curvas de desempeño y realizamos una introducción de normas de seguridad a tomar para la instalación del vehículo en el dinamómetro.

3.1. Protocolo de instalación.

- **Paso 1.**

Como primer punto tenemos que subir el vehículo al elevador de 4 postes como indica la figura 17.



Figura 17. Vehículo subiendo al elevador

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

- **Paso 2.**

Tratar de alinear el vehículo en el elevador con respecto al dinamómetro y por consiguiente pasarlo a los rodillos como se ilustra en la figura 18 y la figura 19.



Figura 18. Alineación del vehículo en el elevador

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar



Figura 19. Subida ruedas motrices sobre el dinamómetro

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

- **Paso 3.**

Se realiza una pequeña prueba a baja velocidad (máximo 15 Km/h) para que el vehículo se acople a los rodillos del dinamómetro. Figura 20.



Figura 20. Prueba de acoplamiento

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

- **Paso 4.**

Procedimiento de instalación de fajas y correas tensoras.

Las fajas se instalan en las ruedas no motrices delanteras y a ellas se coloca las correas tensoras en un extremo, en el otro se instala a la parte baja del poste del elevador. Figura 21, figura 22, figura 23.



Figura 21. Faja

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar



Figura 22. Instalación correa tensora y faja

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar



Figura 23. Colocación faja en poste

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

Colocadas las correas tensoras se procede a ajustarlas con un juego aproximado de 1". Figura 24.



Figura 24. Tensión de correas

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

Para la sujeción de las ruedas motrices se colocar en los puntos de anclaje que presente el vehículo y su disposición debe ser en X para que no existan movimientos laterales en el momento de realizar las pruebas. Figura 25, figura 26.



Figura 25. Puntos de anclaje del vehículo

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar



Figura 26. Disposición de correas en X

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

Colocación de bloques de seguridad en las ruedas no motrices para evitar movimientos longitudinales al igual que las fajas y correas tensoras, con la diferencia que el mayor esfuerzo van a soportar las fajas y correas. Figura 27.



Figura 27. Bloques de seguridad

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

▪ **Paso 5.**

Instalación del sensor óptico: Se coloca un pequeño recorte de cinta reflectiva en la polea del cigüeñal (en el caso del Grand Vitara por accesibilidad se coloca en la polea de la bomba hidráulica, realizando un ajuste en las RPM que registra el equipo ajustando a las visualizadas en el papel de instrumentos del vehículo), luego se coloca el sensor óptico en su base magnética colocándolo apuntando a la cinta reflectiva con un ángulo no mayor a 45°. Figura 28, figura 29, figura 30.



Figura 28. Colocación cinta reflectante

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar



Figura 29. Colocación sensor óptico

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar



Figura 30. Luz sensor óptico en la cinta

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

3.1.1 Normas de seguridad.

Dentro de las normas de seguridad que tenemos que tener esta el uso de los equipos de seguridad adecuados para un taller automotriz, con respecto al dinamómetro y el elevador de 4 postes esta la colocación de las fajas tensoras, el cableado del sistema electrónico debe estar ubicado en forma correcta para

que no existan accidentes por caídas y que el área donde se realiza la prueba esté libre de operarios y espectadores. Figura 31.

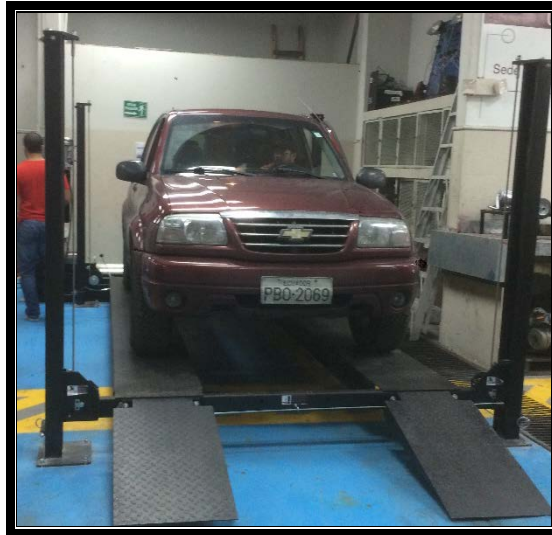


Figura 31. Área de trabajo

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

3.2. TOMA DE MUESTRAS.

Se realizaron varias pruebas de las cuales se tomaron en consideración las 3 pruebas más parejas para proceder con la comparación de las mismas.

Las pruebas se realizaron con el capo abierto del vehículo para refrigerar el motor ya que al estar estático no existe flujo de aire.

Las especificaciones del Chevrolet Grand Vitara indican que a 6000 RPM entrega una potencia de 126 HP, pero en las pruebas se llegó solo a 5000 RPM por temas de seguridad.

En las tres pruebas que se muestran a continuación se aprecia que la curva de potencia tiene una tendencia positiva.

3.2.1. Prueba # 1.

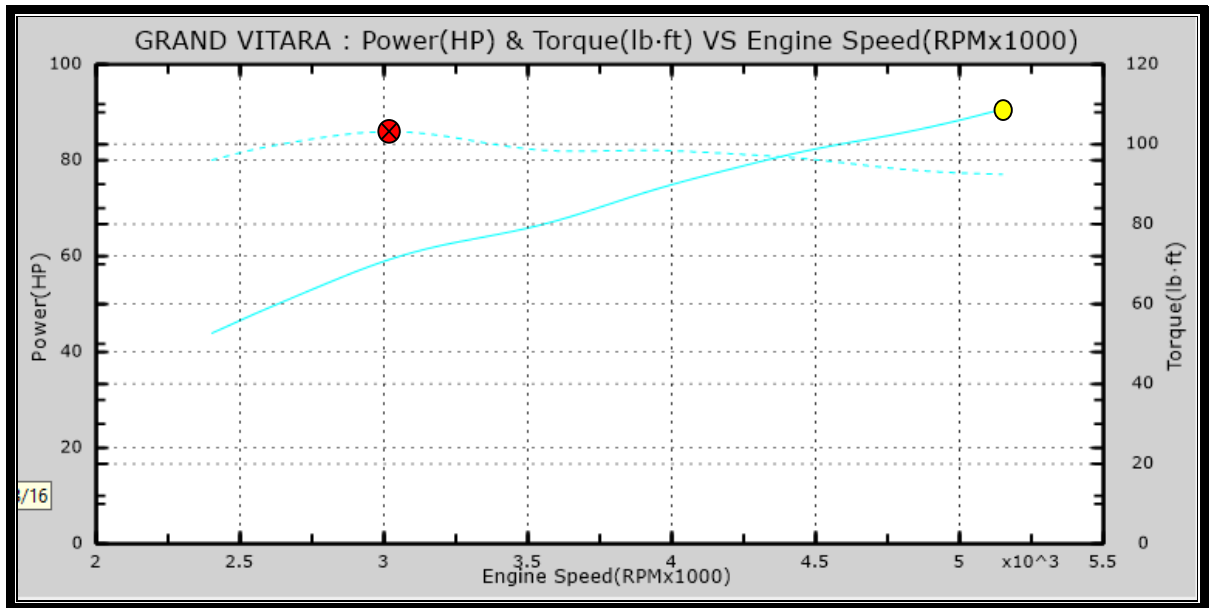


Figura 32. Gráfica de Tendencia Prueba 1

Fuente: Software Dynocom

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

----- Curva de Torque

_____ Curva de Potencia

⊗ Punto máximo de Torque

○ Punto máximo de Potencia

En donde según los datos tenemos por descripción que su potencia máximo fue de 86.8 Hp a 4150 RPM con un torque máximo de 115.7 lb.ft a 3050 RPM.

Figura 32.

3.2.2. Prueba # 2.

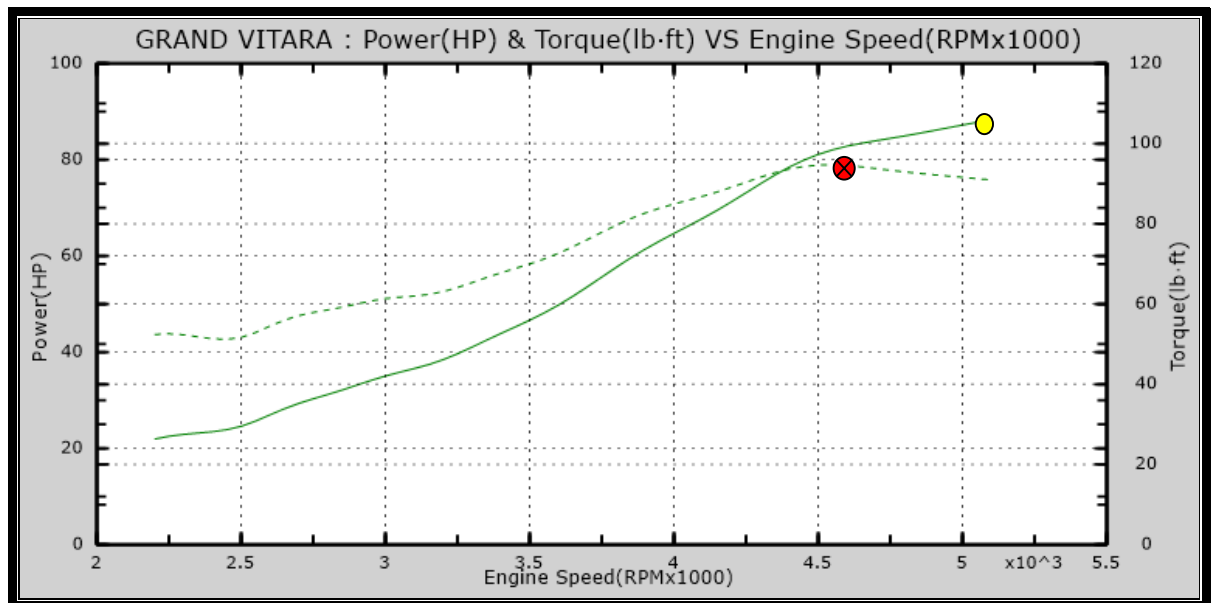


Figura 33. Gráfica de Tendencia Prueba 2

Fuente: Software Dynocom

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

----- Curva de Torque

_____ Curva de Potencia

⊗ Punto máximo de Torque

● Punto máximo de Potencia

En esta segunda toma podemos ver un cambio en el máximo de potencia generando 101.5 Hp a 5100 RPM con un torque máximo de 108.8 lb.ft a 4650 RPM. Figura 33.

3.2.3. Prueba # 3.

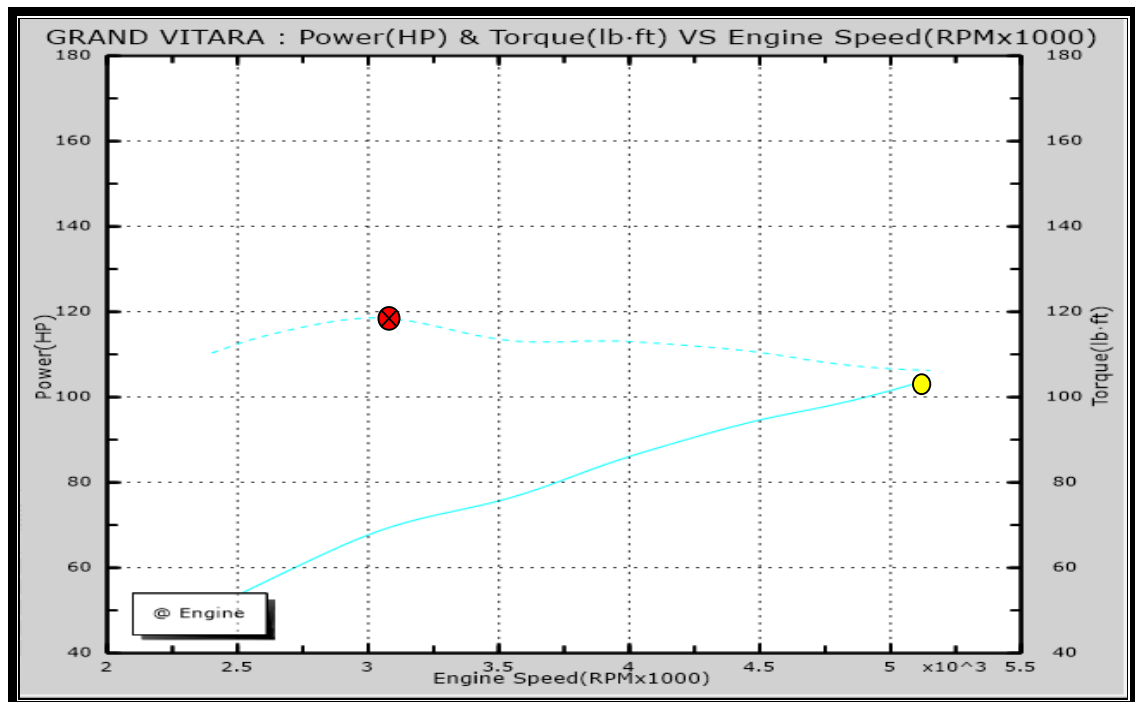


Figura 34. Gráfica de Tendencia Prueba 3

Fuente: Software Dynocom

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

----- Curva de Torque

_____ Curva de Potencia

⊗ Punto máximo de Torque

● Punto máximo de Potencia

En esta tercera toma podemos ver un cambio en el máximo de potencia generando 104.2 Hp a 5150 RPM con un torque máximo de 118.5 lb.ft a 3100 RPM. Figura 34.

3.3. Tabla de muestras.

Tabla 8. Recopilación de datos

CHEVROLET GRAND VITARA										
RPM (N)	T	W	Pf	mc	ma	cec	nt	Vd	Md	nv
2400	110,30	49898,54	49,899	3,209	35,163	0,643105	126,69	110,0935	96,88225	36,29457
2600	114,30	56017,11	56,017	3,286	44,478	0,586606	138,89	119,2679	104,9558	42,37785
2800	117,00	61751,15	61,751	3,34	52,155	0,540881	150,63	128,4424	113,0293	46,1429
3000	118,50	67010,17	67,010	3,482	56,968	0,519623	156,79	137,6168	121,1028	47,04102
3200	117,40	70814,01	70,814	3,753	62,901	0,52998	153,73	146,7913	129,1763	48,6939
3400	114,70	73509,5	73,509	4,196	70,326	0,570811	142,73	155,9657	137,2499	51,2394
3600	113,00	76679,99	76,680	4,423	77,038	0,576813	141,25	165,1402	145,3234	53,01143
3800	113,10	81011,62	81,012	6,061	86,131	0,748164	108,90	174,3147	153,3969	56,14911
4000	113,00	85199,99	85,200	6,442	94,352	0,756103	107,75	183,4891	161,4704	58,43299
4200	112,20	88826,65	88,827	5,455	100,691	0,614118	132,67	192,6636	169,5439	59,38932
4400	111,20	92227,11	92,227	6,818	105,489	0,739262	110,21	201,838	177,6175	59,39112
4600	109,60	95031,92	95,032	7,576	112,301	0,797206	102,20	211,0125	185,691	60,47736
4800	107,70	97444,66	97,445	8,8182	122,819	0,904944	90,03	220,1869	193,7645	63,38571
5000	106,70	100562,4	100,562	9,74	129,67	0,968553	84,12	229,3614	201,838	64,24458
5200	106,30	104192,8	104,193	10,909	137,09	1,047001	77,82	238,5359	209,9116	65,30846

Fuente: Software Dynocom

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

Tq = Torque

W = Trabajo

Pf = Potencia al freno

Mc = Flujo másico del aire

Ma = Consumo másico de aire real

C_{ec} = Consumo específico de combustible

η_t = Rendimiento térmico

V_d = Volumen de aire teórico consumido por el motor

M_d = Consumo másico de aire teórico

CAPÍTULO IV

ANALISIS DE RESULTADOS.

En este capítulo se mostrara la información obtenida en la toma de muestras y se ilustraran los resultados.

4.1. Tabla de resultados.

Luego de que se tomaron las tres muestras para determinar el desempeño del vehículo y poder ver si existe alguna diferencia o determinar si alguna variable interfiere en este resultado. Se realizó la comparación de la gráfica con mayor semejanza a la que indica el fabricante.

De los valores obtenidos en los datos, se concluye que están dentro de los parámetros del fabricante ya que las pruebas se realizaron hasta las 5000 RPM, dando como resultado curvas características con una tendencia hacia un aumento de HP, ya que el fabricante nos indica que el Chevrolet Grand Vitara posee 126 Hp a 6000 RPM, de esta manera podemos concluir nuestro estudio sobre curvas características del Chevrolet Grand Vitara, con el uso del dinamómetro, como se indica en la figura 35.

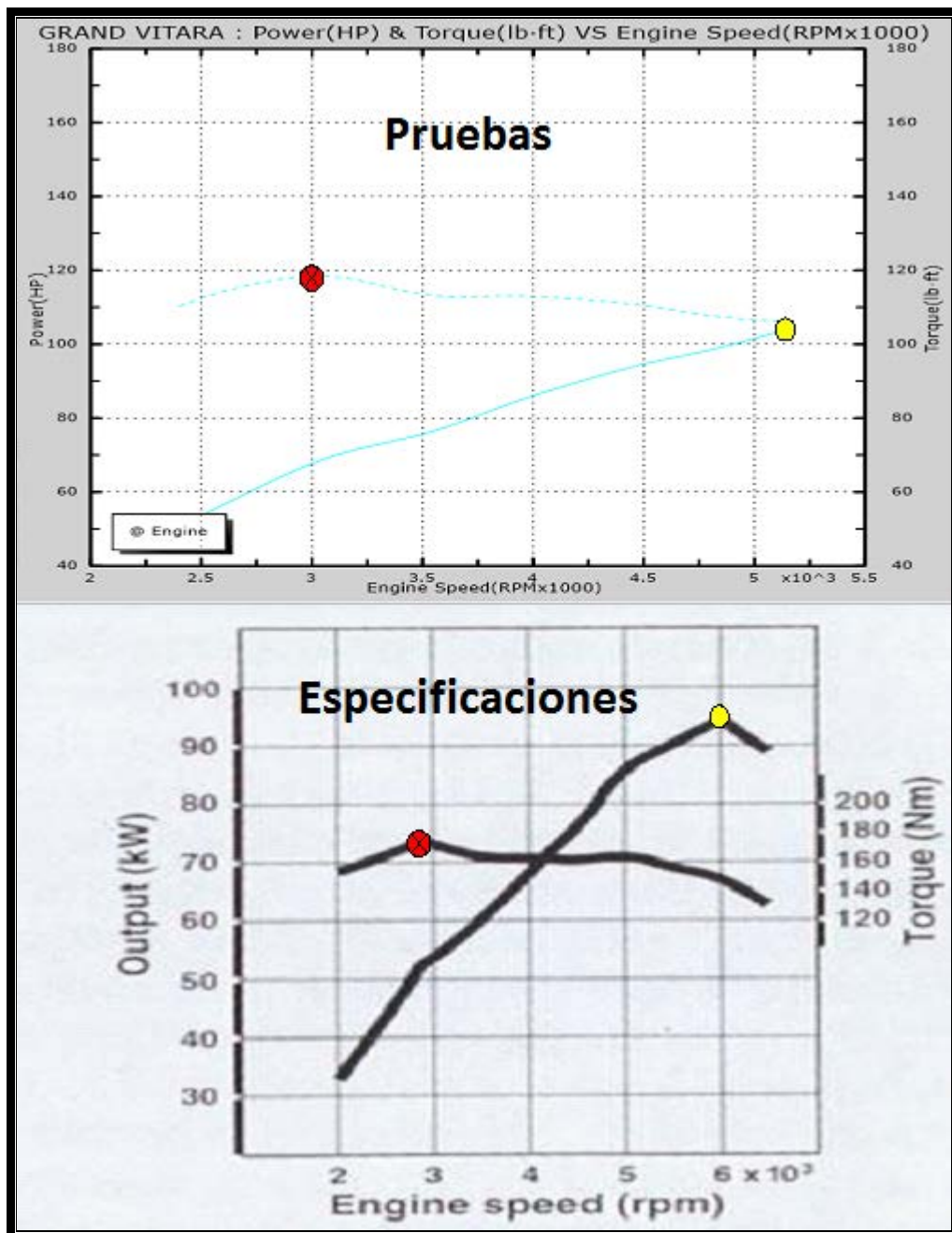
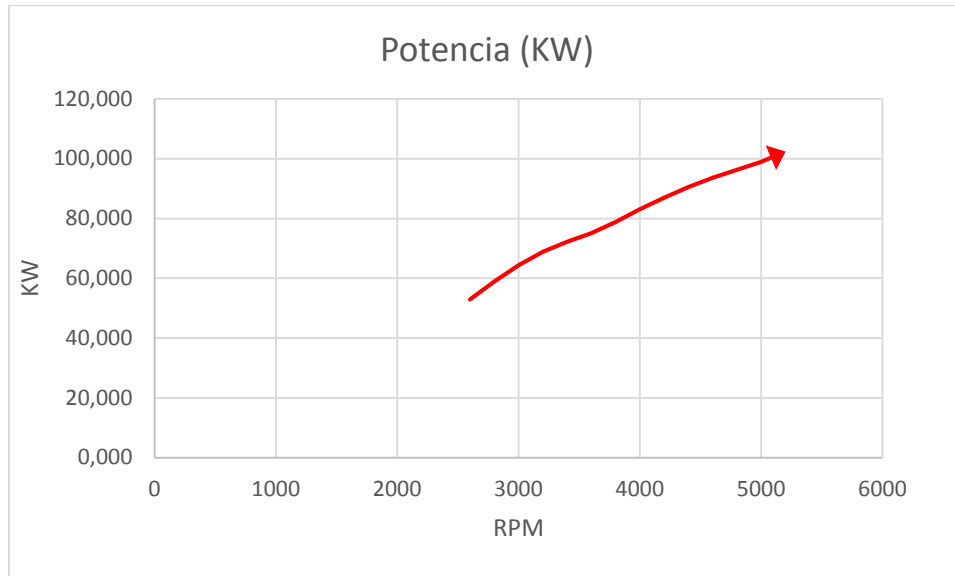


Figura 35. Comparación de Datos
Fuente: Software Dynocom
Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

- Punto máximo de Torque
- Punto máximo de Potencia

Tabla 9. Gráfica de Potencia en KW

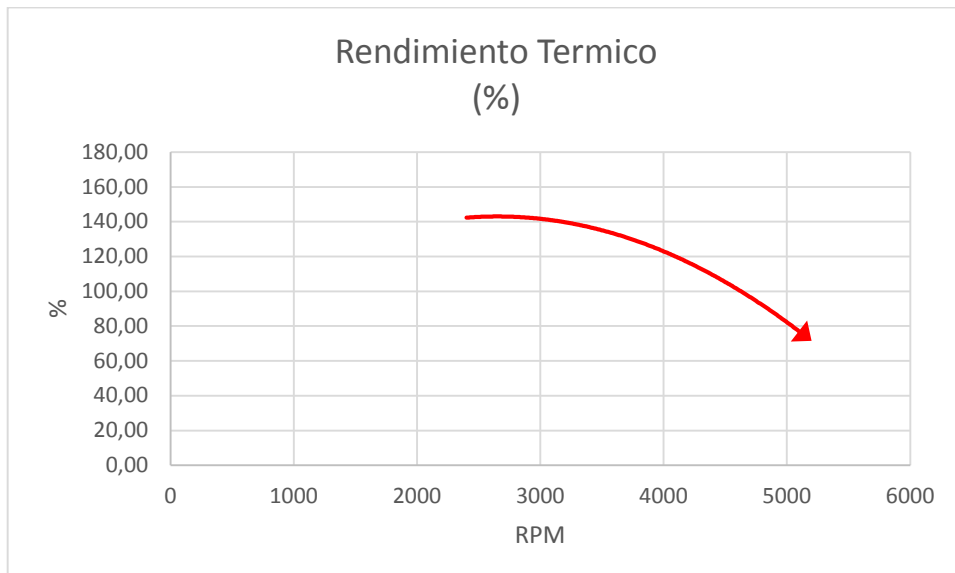


Fuente: Luis Hernán González Salazar

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

Se aprecia en la gráfica una potencia de 77,7019 KW a 5150 RPM y las especificaciones nos indican 93,9582 KW a 6000 RPM, la tendencia de potencia es positiva.

Tabla 10. Gráfica de la Tabla Rendimiento Térmico

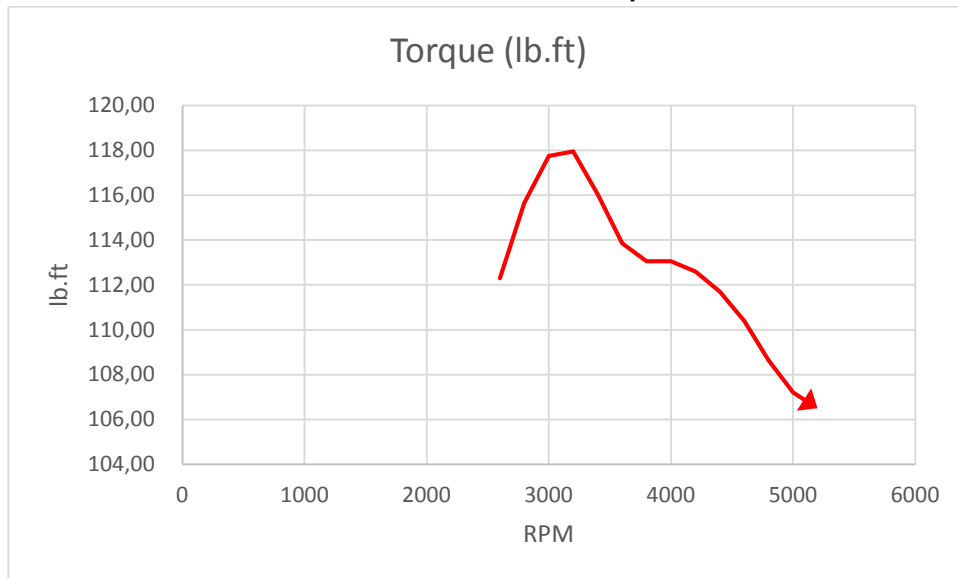


Fuente: Luis Hernán González Salazar

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

Se aprecia que a mayor RPM el rendimiento térmico tiene una tendencia negativa.

Tabla 11. Gráfica del Torque

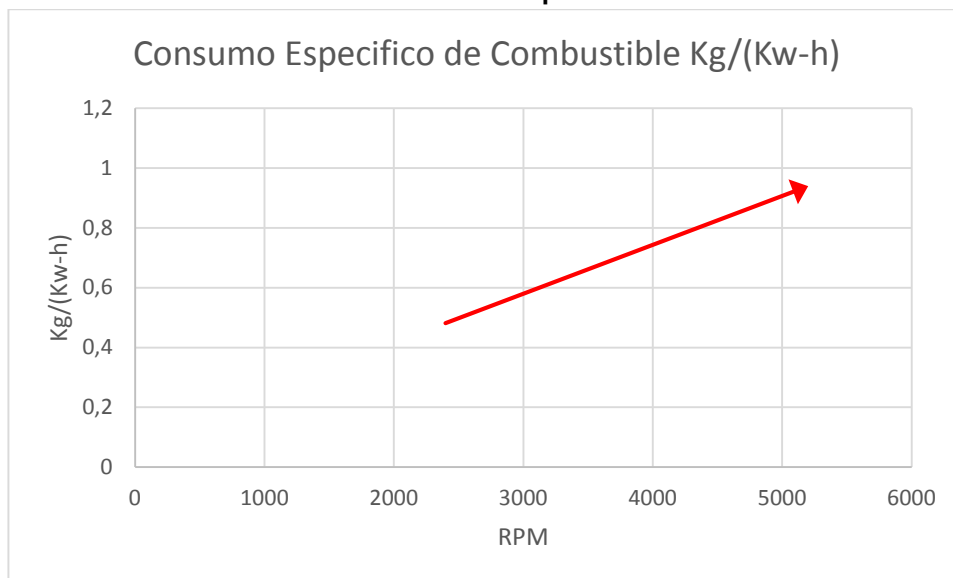


Fuente: Luis Hernán González Salazar

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

Se muestra que el mayor torque se obtiene aproximadamente a las 3150 RPM entregando 118 lb.ft.

Tabla 12. Gráfica de Consumo Especifico de Combustible

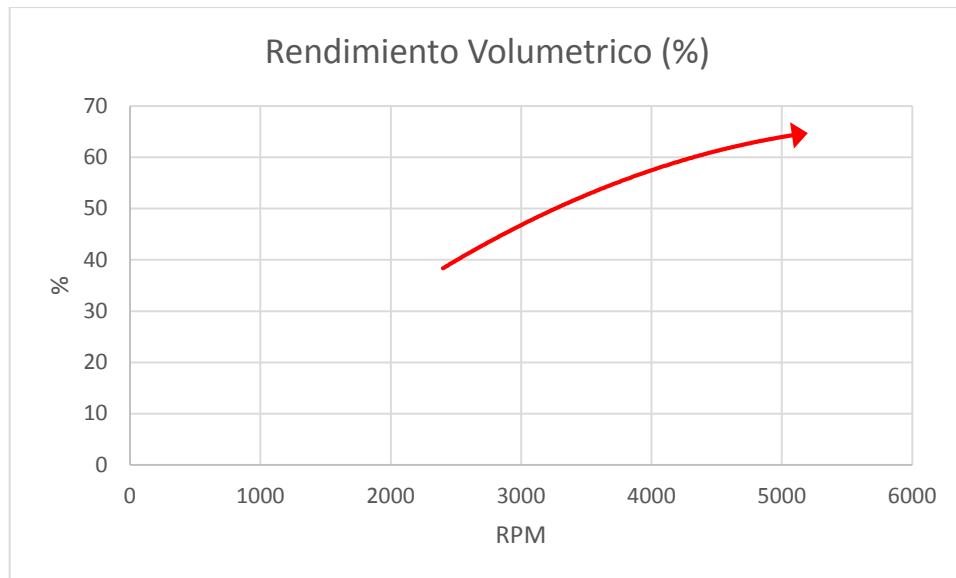


Fuente: Luis Hernán González Salazar

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

La gráfica representa una tendencia al aumento de consumo de combustible al encontrarse a 2400 RPM existe un consumo de 0,643105 Kg/ (KW-h) mientras que a 5200 RPM existe un consumo de 1,047001 Kg/ (KW-h).

Tabla 13. Gráfica Rendimiento Volumétrico



Fuente: Luis Hernán González Salazar

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

A medida que se aumentan las RPM el rendimiento volumétrico aumenta ya que a 2400 RPM se tiene un 36,29 % de rendimiento y a 5200 RPM refleja un rendimiento del 65,31 %.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

5.1. CONCLUSIONES.

- ❖ Se concluye que el motor J20 del Chevrolet Grand Vitara tiene un buen desempeño con el combustible súper comercializado en todas las gasolineras, basado en las pruebas realizadas ya que las curvas obtenidas están dentro de las que indica las especificaciones del vehículo.
- ❖ Se realizó la interpretación y análisis de los resultados obtenidos en las pruebas y comparándolos con los del fabricante, podemos concluir que dichas curvas se asemejan en gráfica y especificaciones.
- ❖ Durante la realización de las pruebas se observó diferentes variables que influyen en los resultados, una de ellas es la persona a cargo de realizar el manejo del vehículo durante las pruebas, esto dio como resultado variación en los datos de torque y potencia.

5.2. RECOMENDACIONES.

- ❖ Utilizar el aceite de motor que especifica el fabricante, en cada mantenimiento realizar el cambio de filtros de combustible y aire ya que en nuestro medio el combustible contiene impurezas que provocarían pérdidas de potencia del motor.
- ❖ Se recomienda que para realizar el análisis de las curvas obtenidas se verifique meticulosamente las especificaciones del fabricante.
- ❖ Al realizar las pruebas se recomienda que una sola persona proceda con el manejo del vehículo para que no existan variaciones muy pronunciadas en los resultados. Debemos tener los cables en un solo lugar y siempre deben estar recogidos sin que estén en forma de nudos.

BIBLIOGRAFÍA

Corporation, S. M. (2002). *Manual de taller suzuki grand vitara*. Japon: Suzuki Motor Corporation.

DYNOCOM IND. (s.f.). DYNO X SERIES. *DYNO X SERIES 5000/ 800 HP* .

Huerta, Á. J. (Diciembre de 2011). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN DEL CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE UN SOFTWARE PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL DINAMÓMETRO DEL LABORATORIO DE MOTORES DIESEL - GASOLINA. Quito, Pichincha, Ecuador.

INEN. (2012). INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. *INEN GASOLINA REQUISITOS*.

Monterrey, T. (2014). *Seminario de geometria de motores*. Toluca: Tec Monterrey.

Pardiñas, J. (2012). *Sistemas de alimentación en motores Otto II (Sistemas auxiliares del motor)*. Editex.

Pilataxi, K. S. (s.f.). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN DEL CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE UN SOFTWARE PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL DINAMÓMETRO DEL LABORATORIO DE MOTORES DIESEL - GASOLINA. ECUADOR: ESCUELA POLITÉNICA DEL EJÉRCITO.

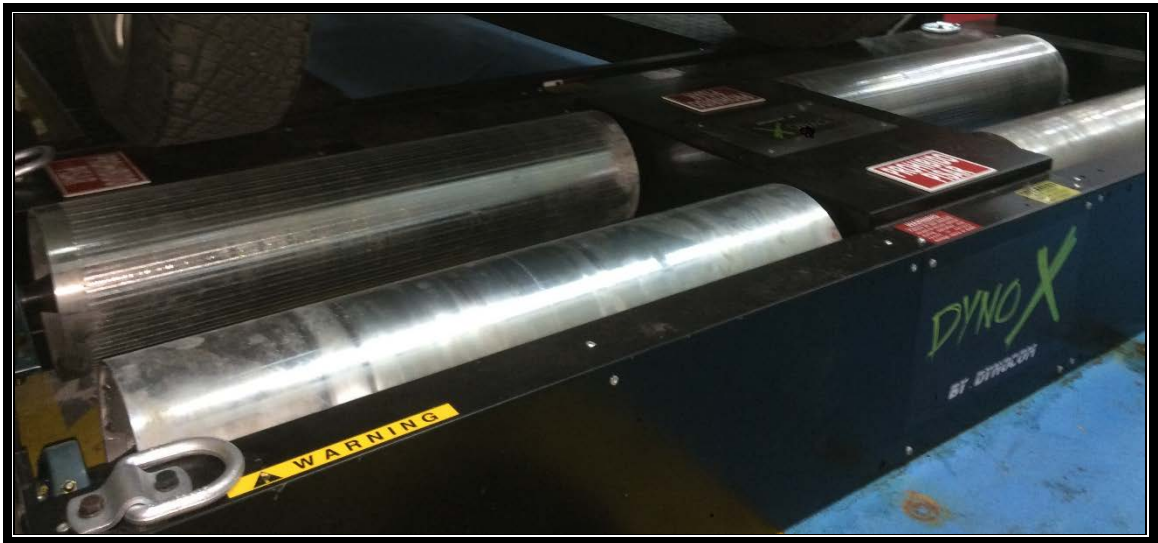
UNIVERSIDAD DEL AZUAY. (2013). ESTUDIO DE LA REPOTENCIACIÓN DE UN MOTOR DE ALTO RENDIMIENTO UTILIZANDO SISTEMAS PROGRAMABLES. CUENCA, AZUAY, ECUADOR.

UZHCA, P. Ñ. (s.f.). INCIDENCIA DEL TIPO DE GASOLINAS, ADITIVOS Y EQUIPOS OPTIMIZADORES DE COMBUSTIBLES.

ANEXOS

ANEXO 1

Dinamómetro



Anexo 1: Dinamómetro Serie X 2WD

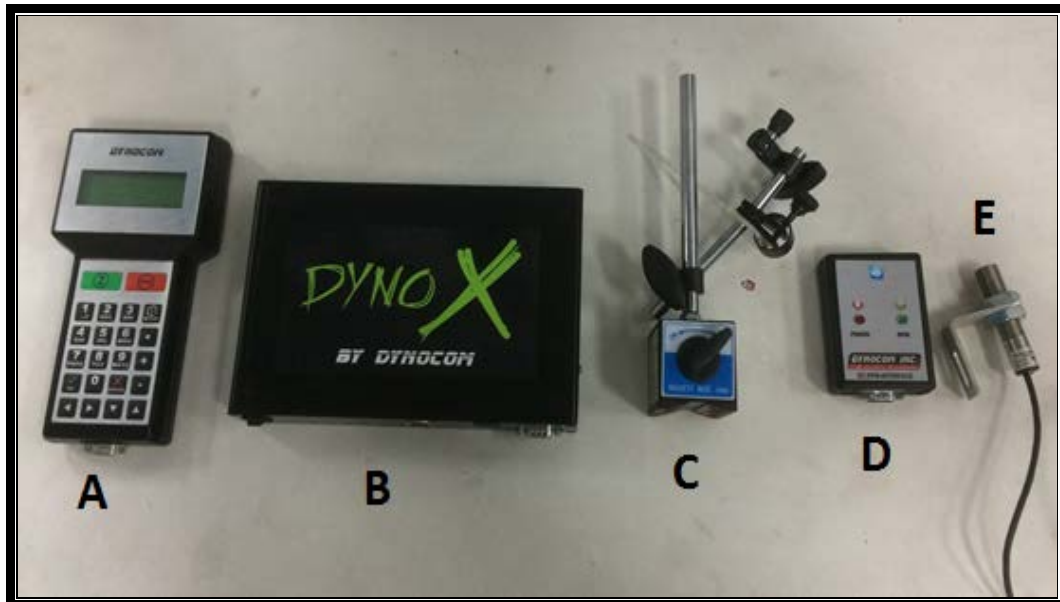
Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

En la imagen se muestra el dinamómetro y se puede apreciar sus principales partes como los rodillos y puntos de anclaje.

ANEXO 2

Accesorios dinamómetro



Anexo 2: Accesorios dinamómetro

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

A.- Handheld o control de mano.

B.- Interfaz del dinamómetro y el computador.

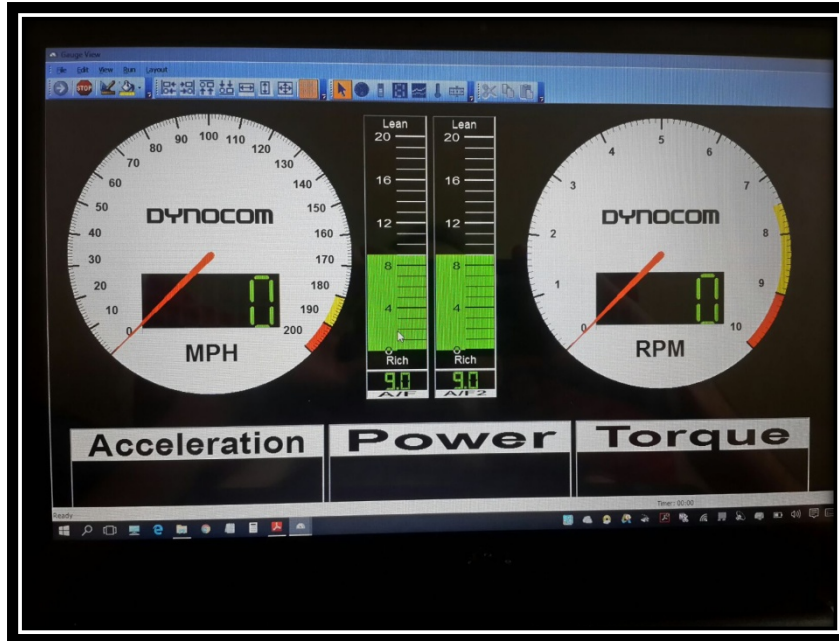
C.- Base magnética para el sensor óptico.

D.- Modulo del sensor óptico.

E.- Sensor óptico.

ANEXO 3

Ventana de Muestra



Anexo 3: Ventana de Muestra

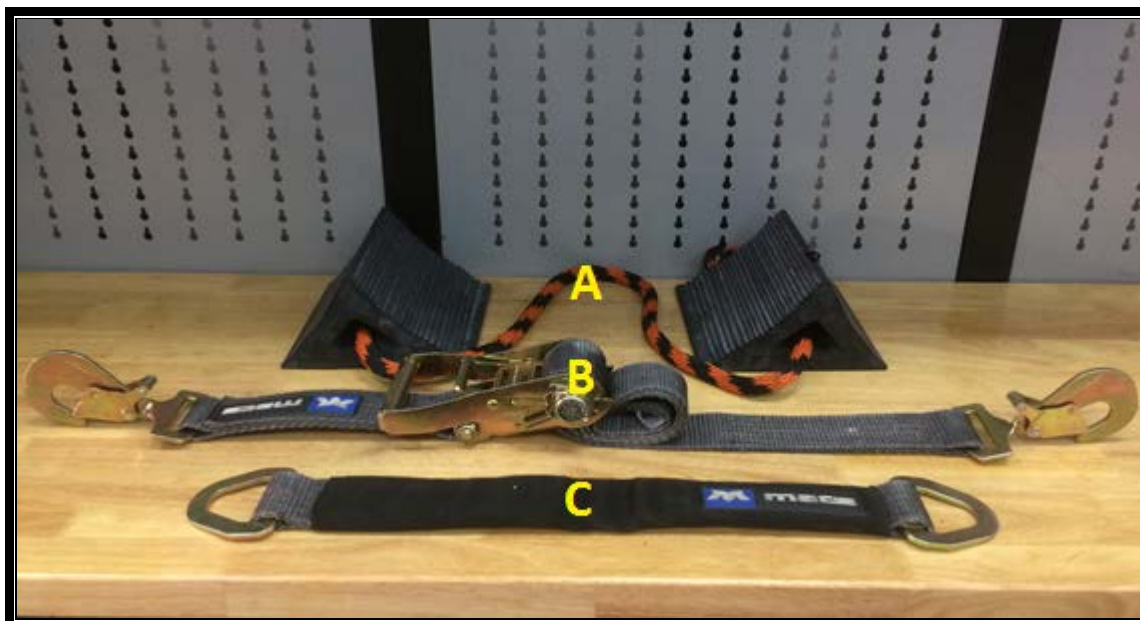
Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

Pantalla principal que nos muestra el software para el inicio de las pruebas.

ANEXO 4

Fajas y correas de seguridad



Anexo 4: Fajas y correas de seguridad

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Luis Hernán González Salazar

A.- Tacos de anclaje de ruedas.

B.- Correa tensora.

C.- Faja de sujeción.

Todo vehículo que se le realice pruebas en el dinámetro debe sujetado para que no tenga movimientos longitudinales y laterales.

GLOSARIO

- **INEN.-** Siglas de Instituto Nacional de Estadísticas y Normas.
- **MON.-** Índice de octanaje en un motor estático.
- **PAU.-** Unidad de presión de aceleración.
- **PL.-** Pérdida en la potencia de transmisión.
- **RON.-** Índice de octanaje medio en laboratorios.
- **Tq.-** Torque
- **W.-** Trabajo
- **Pf.-** Potencia al freno
- **Mc.-** Flujo másico del aire
- **Ma.-** Consumo másico de aire real
- **Cec.-** Consumo específico de combustible
- **nt.-** Rendimiento térmico
- **Vd.-** Volumen de aire teórico consumido por el motor
- **Md.-** Consumo másico de aire teórico
- **MPFI.-** Multi Point Fuel Injection (inyección de combustible multi-punto)