



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ

TEMA:

**“ESTUDIO DE LAS CURVAS CARACTERÍSTICAS DE
MOTOR DEL VEHÍCULO CHEVROLET SAIL 2012 CON EL
USO DE HIDRÓGENO COMO COMBUSTIBLE “**

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

AUTOR:

JUAN CARLOS MURILLO ALDAZ

GUAYAQUIL – MARZO 2016

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRÍZ

CERTIFICADO

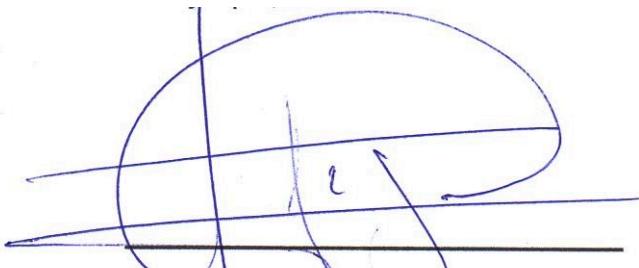
Ing. Edwin Puente Moromenacho

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado **“ESTUDIO DE LAS CURVAS CARACTERÍSTICAS DE MOTOR DEL VEHÍCULO CHEVROLET SAIL 2012 CON EL USO DE HIDRÓGENO COMO COMBUSTIBLE. “**, realizado por el estudiante: **JUAN CARLOS MURILLO ALDAZ**, 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: Juan Carlos Murillo Aldaz, 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 AUTOMOTRÍZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, JUAN CARLOS MURILLO ALDAZ

DECLARO QUE:

La investigación de cátedra denominada: **“ESTUDIO DE LAS CURVAS CARACTERÍSTICAS DE MOTOR DEL VEHÍCULO CHEVROLET SAIL 2012 CON EL USO DE HIDRÓGENO COMO COMBUSTIBLE...”**, 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.

1.2.2 Vehículo a motor ...



JUAN CARLOS MURILLO ALDAZ

C.I. 0926963737

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRÍZ

AUTORIZACIÓN

Yo, JUAN CARLOS MURILLO ALDAZ

Autorizo a la Universidad Internacional del Ecuador, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, de la investigación de cátedra: **“ESTUDIO DE LAS CURVAS CARACTERÍSTICAS DE MOTOR DEL VEHÍCULO CHEVROLET SAIL 2012 CON EL USO DE HIDRÓGENO COMO COMBUSTIBLE...”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, Marzo 2016

1.2.2 Vehículo a tracción



JUAN CARLOS MURILLO ALDAZ

C.I. 0926963737

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
ÍNDICE GENERAL	v
DEDICATORIA	xi
AGRADECIMIENTO	xii
PRÓLOGO	xiii
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
1.1.3 Hipótesis	1
1.1.4 Justificación	1
1.2 Antecedentes	2
1.2.1 Dinamómetro	2
1.2.2 Vehículo a probar	3
1.2.3 Combustible	3
CAPITULO II	5

MARCO TEÓRICO	5
2.1 Dinamómetro.....	5
2.1.1 Tipos de dinamómetros	5
2.1.2 Dinamómetro de motor	5
2.1.3 Dinamómetro de chasis	7
2.1.4 Elementos del dinamómetro de chasis	8
2.2 Situación actual del Chevrolet Sail 1.4L.....	10
2.2.1 Funcionamiento básico del motor	11
2.2.2 Sistema de combustible.....	11
2.2.3 Sonda Lambda Calentada (H02S)	12
2.2.4 Modo de Arranque	13
2.2.5 Modo de aceleración y desaceleración.....	13
2.2.6 Sistema de inyección variable	13
2.2.7 Funcionamiento	14
2.2.8 Tipos de Sistemas de Inyección Variable	15
2.2.9 Desempeño Chevrolet Sail 1.4L	16
2.2.10 Peso	16
2.2.11Relación de Transmisión	17
2.3 Combustible a utilizar Hidrógeno.....	18
2.3.1 Procesos termoquímicos	19
2.3.2 Procesos electrolíticos.....	19
2.3.3 Procesos Fitolíticos	20
2.3.4 Procesos Termolíticos	20
2.3.5 Propiedades.....	20
2.3.6 Compuestos principales	23
2.3.7 Obtención de hidrógeno efecto electrólisis	25
2.3.8 El electrolito	25

2.3.9 Concepto de electrolisis.....	26
2.3.10 Número de octano	27
2.3.11 Componentes del kit de generación de hidrógeno.....	29
CAPITULO III.....	36
TOMA DE MUESTRA	36
3.1 Protocolo	36
3.2. Normas de seguridad del dinamómetro.....	36
3.3. Normas de seguridad del elevador.....	37
3.4. Toma de muestra	38
3.4.1. Muestra 1	38
3.4.2 Muestra 2	39
3.4.3. Muestra 3	40
3.5. Tabla de Datos	41
CAPITULO IV.....	44
ANÁLISIS DE RESULTADOS	44
4.1 Tabla de Datos	44
4.2 Curva Comparativa de Potencia.....	46
4.3 Curva comparativa de Rendimiento Térmico	47
4.4 Curva comparativa de Torque	48
4.5 Curva comparativa de Consumo de combustible	49
4.6 Curva comparativa de Rendimiento Volumétrico	50
CAPÍTULO V.....	51

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
5.1 Conclusiones.....	51
5.2 Recomendaciones	52
Bibliografía	53
ANEXOS	56
ANEXO 1 – Dinamómetro	56
ANEXO 2 – Accesorios	57
ANEXO 3 – Control de mano	58
ANEXO 4 – Ventana de muestra.....	59
ANEXO 5 – Fajas de seguridad	60
ANEXO 6 – Software.....	61
Glosario de Términos	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Chevrolet Sail 1.4 - 2012.....	3
Figura 2. Sistema de Hidrógeno HHO.....	4
Figura 3. Dinamómetro de motor.....	6
Figura 4. Dinamómetro de chasis.....	8
Figura 5. Chevrolet Sail 1.4L - UIDE	10
Figura 6. Sonda Lambda.....	12
Figura 7. Distribución Variable	14
Figura 8. Chevrolet Sail 1.4 - UIDE	17
Figura 9. Kilometraje del Chevrolet Sail 1.4L	18
Figura 10. Métodos de Obtención de Hidrógeno.....	20
Figura 11. Celda eléctrica.....	27
Figura 12. Generador de Hidrogeno.....	28
Figura 13. Hidrolizador	30
Figura 14. Burbujeador.....	30
Figura 15. Hidróxido de Potasio	31
Figura 16. Manguera	32
Figura 17. Relé.....	32
Figura 18. Depósito de Expansión	33
Figura 19. HHO Chip.....	34
Figura 20. Extensor para sonda lambda primaria.....	34
Figura 21. Sistema de generación de hidrógeno.....	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones Dinamómetro	2
Tabla 2. Especificación del Dinamómetro	9
Tabla 3. Peso Chevrolet Sail 1.4L	16
Tabla 4. Relación de Transmisión	17
Tabla 5. Descripción química del Hidrógeno	18
Tabla 6. Comparación de la densidad versus otros combustibles.....	22
Tabla 7. Temperaturas del Hidrógeno	23
Tabla 8. Contenido energético de los diferentes combustibles	24

Tabla 9. Grado de octanaje de diferentes combustibles	28
Tabla 10. Gráfica de curva	38
Tabla 11. Gráfica de curva	39
Tabla 12. Gráfica de curva	40
Tabla 13. Tabla de Datos Gasolina	41
Tabla 14. Tabla de datos Hidrógeno	42
Tabla 15. Recopilación de datos	44
Tabla 16. Curva de potencia Gasolina vs Hidrógeno	46
Tabla 17. Curva Rendimiento Térmico Gasolina vs Hidrógeno.....	47
Tabla 18. Curva de Torque Gasolina vs Hidrógeno	48
Tabla 19. Curva de consumo de combustible Gasolina vs Hidrógeno	49
Tabla 20. Curva de rendimiento volumétrico Gasolina vs Hidrógeno.....	50

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a mi familia, quienes con su apoyo y motivación han hecho posible éste momento, quienes me enseñaron desde muy pequeño lo que es el esfuerzo, el amor y dedicación, a quienes les debo todo les dedico mis logros.

A mis profesores de la Universidad Internacional Del Ecuador Extensión Guayaquil quienes han aportado todos sus conocimientos y experiencias para seguir creciendo y llegar a ser un profesional.

JUAN CARLOS MURILLO ALDAZ

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios por mantenerme con salud, por darme unos padres quienes con su amor y apoyo han hecho de mí una gran persona, quienes siempre estuvieron ahí aconsejándome y motivándome a ser un profesional y sobre todo guiarme con la bendición de Dios.

JUAN CARLOS MURILLO ALDAZ

PRÓLOGO

Lastimosamente la calidad de los combustibles en nuestro país se ve limitada y contaminante que no alcanzan con especificaciones técnicas adecuadas para el buen funcionamiento del motor Otto, ya que no pueden ser consumidas en motores de mejor prestaciones de control de emisiones ya que su fase de detonación que va de acuerdo al número de octanaje no hace que el rendimiento del motor sea el mejor, al contrario podría generar daños internos al mismo.

Por lo que la necesidad de realizar esta investigación técnica y científica, es para determinar la eficiencia de un automotor utilizando un sistema de combustible alternativos y para lo cual usaremos herramientas que nos permite realizar este tipo de mediciones tal como es el caso del dinamómetro. Teniendo como necesidad primaria el estudio, y análisis 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 .

Se realizara una investigación técnica del motor correspondiente al Chevrolet Sail 1.4L del 2012, que utiliza hidrogeno como combustible, el cual es un sistema empleado en el motor para reducir emisiones consumiendo menor cantidad de combustible, en la cual vamos a realizar pruebas de eficiencia y rendimiento.

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.

RESUMEN GENERAL

Realizaremos un estudio de análisis de eficiencia y desempeño del Chevrolet Sail 1.4L modelo 2012, para poder realizar este tipo de estudios utilizaremos una herramienta específica la cual es el dinamómetro que nos permite realizar un análisis de curvas torque y potencia. Dentro de este estudio se realizará una investigación utilizando gas hidrogeno como combustible.

Al hablar de estudios y de análisis, se realizarán diferentes tipos de pruebas para obtener dichos resultados además de realizar comparaciones con los datos obtenidos en las muestras. 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.

En el capítulo I hablaremos de la herramienta a utilizar que es el dinamómetro, el carro que se va a probar y el combustible que se va a utilizar que en mi caso es el gas hidrogeno

En el capítulo II hay información completa de lo que hace un dinamómetro y todo con respecto al hidrógeno que se va a utilizar en el automotor.

En el capítulo III encontramos los datos específicos que nos da el dinamómetro

En el capítulo IV vamos a hacer una comparación con los datos de las tres muestras realizadas y analizaremos la tabla para de esta manera finalizar con el capítulo V dando las conclusiones y recomendaciones.

ABSTRACT

We will make a study of analysis of efficiency and performance of the Chevrolet Sail 1.4 Model 2012, in order to perform this type of studies we will use a specific tool which is the dynamometer and allows us to make an analysis of power and torque curves. Within this study be conducted an investigation using hydrogen gas to know how much efficiency and performance is using this fuel.

To speak us of studies and analysis of conduct different types of tests to obtain these results in addition to make comparisons with the data obtained in the samples. The main objective that we hope we will make reality is to know the performance you can get to have a car and we can have tables of torque power that are widely used in our world Automotive.

In chapter I we will talk of the tool to use that is the dynamometer, the carriage that is going to be adopted and the fuel that is going to use that in my case is the hydrogen gas

in the chapter II we are going to give complete information of what makes a dynamometer and all with respect to the hydrogen to be used in the automotive.

In chapter III we are going to find the specific data that gives us the dynamometer

in chapter IV we are going to make a comparison with the data of the three samples taken and we will analyze the table for this way conclude with chapter V giving the conclusions and recommendations.

INTRODUCCIÓN

El avance y las innovaciones en la industria automotriz a nivel mundial hoy por hoy hacen que los motores OTTO sean diseñados para reducir sus emisiones de gases obligando a utilizar combustibles de mejor calidad para así permitir una buena eficiencia y rendimiento del motor en cuanto se refiere a la combustión tratando de disminuir las grandes cantidades de gases que son quemados internamente en un motor sin embargo no todo el parque automotor del Ecuador cuenta con una normativa de emisiones que cada fabricante dispone para cada país.

El estudio del Chevrolet Sail 2012 realizando pruebas en el dinamómetro para determinar su desempeño y eficiencia basándonos en la utilización de hidrógeno como combustible, para tener una curva de potencia y consumo real. Si bien es cierto en los libros podemos encontrar mucha información sobre éste tipo de pruebas realizadas en el dinamómetro de forma muy general la referencia bibliográfica es amplia pero, utilizando el dinamómetro se nos facilita muchísimo el trabajo más aún cuando tenemos el manual de taller del vehículo a la mano, así podemos comparar los diferentes datos.

Haciendo uso del método científico se justificarán todos los parámetros necesarios ya que usaremos el dinamómetro para realizar las pruebas de eficiencia y desempeño, además de la utilización del hidrógeno como combustible para la comparación de los datos que podamos obtener de la toma de las pruebas. Y para finalizar el estudio y análisis de curvas de desempeño y eficiencia de dicho vehículo concluyo que tiene en excelencia su desempeño y es óptimo para nuestro mercado.

CAPÍTULO I

RESEÑA GENERAL

1.1 Objetivos de la investigación

1.1.1 Objetivo General

- Estudiar las curvas características de motor Chevrolet Sail año 2012 utilizando hidrógeno como combustible.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Determinar el desempeño del Chevrolet Sail año 2012 con motor 1.4L utilizando hidrógeno como combustible.
- Comparar los resultados obtenidos con las diferentes muestras de curvas.
- Conocer las diferentes variables existentes en los resultados obtenidos.

1.1.3 Hipótesis

De tener un resultado positivo, encontraremos que el vehículo se mantiene en óptimas condiciones, los resultados dependerán del combustible a usar, el desgaste de los componentes, el estado de los neumáticos, y la temperatura ambiente. Como último punto de variable tenemos el dinamómetro el cual dependiendo de cómo tomemos las pruebas de eficiencia van a variar los resultados.

1.1.4 Justificación

Nos dará una conclusión en la cual podremos decir si efectivamente el Chevrolet Sail 2012 con motor 1.4 L tiene un desempeño óptimo usando el sistema de hidrógeno HHO.

1.2 Antecedentes

En este capítulo se da conocer todos los elementos que se han utilizado para obtener las curvas características del motor Sail 1.4L 2012 con la utilización de hidrógeno como combustible.

1.2.1 Dinamómetro

El dinamómetro es una herramienta que se utiliza para medir fuerzas del motor de un vehículo bajo parámetros de carga y rendimientos, de esta manera tendremos la potencia.

La serie del dinamómetro es X 2WD ensamblado por la empresa Dynocoms sus instalaciones en Dallas- Texas (USA). Este dinamómetro soporta velocidades de hasta 155 millas por hora y 800 CV, éstas y otras especificaciones se encuentran detalladas en la tabla 1.

Especificaciones

Tabla 1. Especificaciones Dinamómetro

Max Eje Peso:	6500 libras
Max Potencia:	800 CV
Velocidad máxima:	155 mph
Vehículo Track Rango:	16 " (mínimo dentro) - 86 " (máximo)
Distancia entre ejes máxima:	86 pulgadas
Max Steady 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: Manual Dynocom

Editado por: Juan Carlos Murillo

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

1.2.2 Vehículo a probar

El Chevrolet Sail, como se aprecia en la figura 1, “es un vehículo que llego a nuestro mercado para cambiar la conceptualización de los vehículos compactos, basándose en un diseño de interior y su economía, ya que con una autonomía de 60 km por galón podemos decir que es un vehículo económico”¹.

En todas las versiones viene equipado con un motor 1.4 DOHC de 16 válvulas que le permite alcanzar una potencia máxima de 102 HP a 6000 RPM.



Figura 1. Chevrolet Sail 1.4 año 2012

Fuente: Taller de la facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz

Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

1.2.3 Combustible

Como combustible se utilizó el gas hidrógeno el cual fué un sistema implementado en este Chevrolet Sail motor 1.4 modelo 2012 para lo cual la

¹ (GENERAL MOTORS)

base principal de funcionamiento es el gas hidrógeno su base primaria es el agua destilada que al estar en contacto con una proporción de hidróxido de potasio produce electrolito, sustancia que sometida a un proceso de electrolisis genera gas hidrógeno el cual será inyectado al sistema de admisión para ser aspirado por el motor.

La mezcla de oxígeno como comburente y el gas de hidrógeno como carburante permitirá en la cámara de combustión una detonación más eficiente para que el desplazamiento del embolo pistón sea con mayor velocidad y fuerza gracias a su poder calorífico del hidrógeno.

En la figura 2 se observó cómo se encuentra el sistema de Hidrógeno montado en el vehículo.



Figura 2. Sistema de Hidrógeno HHO

Fuente: Taller de la facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz

Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se profundizó los temas tocados en el capítulo anterior de manera que los puntos estarán claros, haciendo la fácil comprensión del lector para los próximos puntos a tratar en este análisis de curvas características.

2.1 Dinamómetro

“El dinamómetro es un instrumento que se emplea para medir fuerzas, esa es su definición más sencilla, en mi caso es utilizado para absorber o disipar la potencia, generada por un vehículo utilizando un sistema de hidrógeno HH0”.²

2.1.1 Tipos de dinamómetros

Dependiendo los parámetros que necesitamos se hace uso de uno específico, los tipos de dinamómetros que permiten evaluar el comportamiento de un motor de combustión interna de un vehículo son: dinamómetro de motor y dinamómetro de chasis.

2.1.2 Dinamómetro de motor

El dinamómetro de motor es un equipo que permite obtener tanto el balance de energía como las curvas características del motor, como son; par motor, potencia, consumo específico de combustible. Un banco de pruebas del motor trabaja a través de sensores electrónicos colocados en diferentes partes

² (Hernandez, 2007), pág. 1

del propio motor, y que detectan y traducen la producción en unidades de medición comunes, como caballos de fuerza.

En la figura 3 podemos observar el ejemplo de un dinamómetro de motor donde se ejecutan las diferentes pruebas obteniéndose valores del motor como su potencia, torque, entre otras.

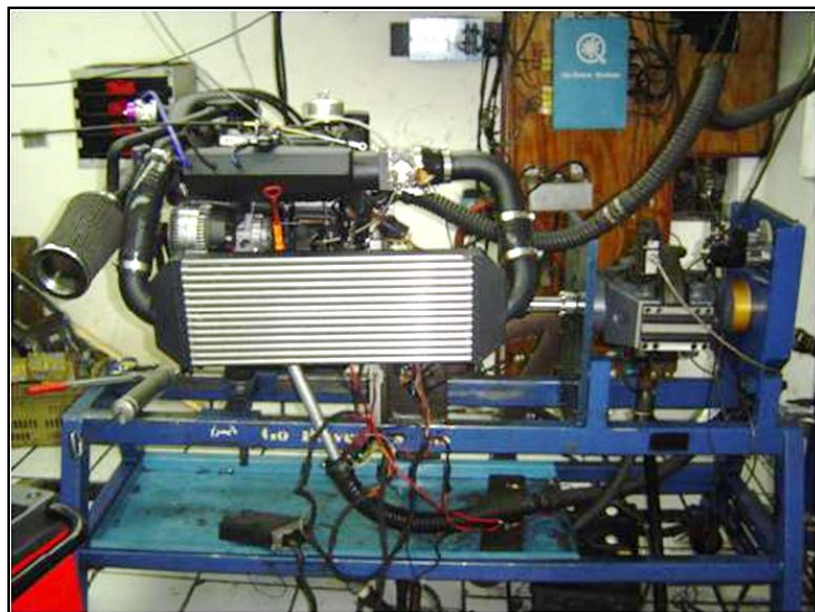


Figura 3. Dinamómetro de motor

Fuente: <http://blogs.eluniversal.com.mx/usuario/Image/motor1>

Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

Por su disposición se acopla directamente a la flecha del motor la masa inercial o la unidad de absorción de potencia y de allí toma los valores necesarios para el cálculo de la potencia según sea el principio de funcionamiento. Este tipo de dinamómetros son utilizados para realizar pruebas de motores en su etapa de investigación y desarrollo pues al estar el motor dentro de una sala de pruebas correctamente equipada, se pueden controlar de forma precisa las condiciones y parámetros en que se realizan las pruebas permitiendo así tener la posibilidad de repetir los ensayos con resultados iguales, lo que da validez a la información obtenida.

Los resultados obtenidos de ensayos realizados en este dinamómetro solo reflejan los del motor, y este al ser montado en una estructura deberá ser corregido por las pérdidas ocasionadas por los elementos motrices. (Caja de cambios, diferencial, pérdidas por rodaduras, etc.)

2.1.3 Dinamómetro de chasis

“El dinamómetro de chasis es un equipo que permite medir la potencia y el par motor en la ruedas motrices del vehículo, los resultados obtenidos serán representados de forma gráfica mediante curvas.”³ Esta herramienta resulta particularmente útil pues permite observar y probar en su conjunto los elementos que integran al automóvil por lo que los resultados de las pruebas y ensayos obtenidos reflejan de forma más cercana al comportamiento que el vehículo tendrá en condiciones reales de operación. Es uno de los principales tipos de dinamómetros, que existen en el mercado. Estas máquinas son las más comunes para las pruebas de afinación y medición de potencia.

Al igual que los dinamómetros de motor esta herramienta se utilizará para métodos investigativos y/o desarrollo. Uno de los usos más utilizados es para la verificación de niveles de emisiones contaminantes de los vehículos automotores que se encuentran en circulación ya que mediante la simulación de patrones de carga, aceleración y velocidad que se encuentran estandarizados y que buscan emular la forma típica de conducir para una región determinada. En la figura 4 observamos los rodillos de un dinamómetro de chasis en ejecución.

³ (Hernandez, 2007), pág. 4



Figura 4. Dinamómetro de chasis

Fuente: <http://www.dynamometer.fsnet.co.uk/images/twinroller.jpg>

Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

2.1.4 Elementos del dinamómetro de chasis

1. Rodillos

Los rodillos de dinamómetro de chasis tienen diferentes configuraciones su uso depende del fin que tenga el dinamómetro con el vehículo, cuentan con un solo rodillo de gran tamaño hasta varios rodillos para cada rueda motriz.

Son de forma cilíndrica muy rígida la cual en el centro se conforman por un eje que en sus extremos descansan en unos rodamientos y se conectan a una unidad de absorción de potencia.

2. Chasis

Esta es la estructura del dinamómetro la cual está encargada de soportar todos los esfuerzos de las piezas del dinamómetro como también el vehículo a probar, al realizar las pruebas el dinamómetro es capaz de soportar los sobre esfuerzos, la absorción de las vibraciones y la absorción de potencia para frenar los rodillos.

3. Sistema de inercia

Es un sistema el cual nos permite aumentar o disminuir la inercia del dinamómetro y saber qué resultados tendrá el vehículo en la carretera. La inercia depende del peso que tenga el vehículo.

4. Dispositivos de adquisición de datos

Consta de dos dispositivos, el primero es una celda de carga el cual convierte la energía generada del dinamómetro en señales eléctricas que después será convertida en un dato. El segundo consiste en una rueda perforada en intervalos regulares el cual genera un pulso para conseguir la velocidad angular de los rodillos.

5. Unidad de absorción de potencia

Es la encargada de oponerse al giro de los rodillos utilizando una fijación basculante lo que permite que la absorción de potencia gire en el mismo sentido de los rodillos.

6. Dinamómetro a implementar

Para este análisis se adquirió un dinamómetro de la compañía Dynocom la cual reside en la ciudad de Texas, USA necesitando alrededor de 15 semanas para su fabricación, este contendrá la siguiente descripción y características, el dinamómetro Dyno Serie X2WD es capaz de soportar velocidades de hasta a 155 millas por hora y 800 CV . El Dyno X2WD fue diseñado para una variedad de diferentes escenarios de pruebas automóbiles con tracción delantera y posterior, compactos deportivos, camiones diésel y Motos.

Especificaciones

Tabla 2. Especificación del Dinamómetro

Max Eje Peso:	6500 libras
Max Potencia:	800 CV
Velocidad máxima:	155 mph
Vehículo Track Rango:	16 " (mínimo dentro) - 86 " (máximo)
Distancia entre ejes máxima:	86 pulgadas
Max Steady 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: Brochure Dynocom

Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

7. Utilización

“El Dyno X 2WD fue diseñado para una variedad de diferentes escenarios de pruebas automóbiles con tracción delantera y posterior, compactos deportivos, camiones diésel y Motos”⁴.

2.2 Situación actual del Chevrolet Sail 1.4



Figura 5. Chevrolet Sail 1.4 - UIDE

Fuente: Taller de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz

Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

“Lanzado en el 2009 siendo un vehículo de manufactura totalmente china, es uno de los modelos más económicos de la línea de General Motors, este vehículo es ensamblado en Brasil, Colombia, y en Ecuador (OBB-GM)”⁵

Para el mercado de Sudamérica existen dos versiones, tanto sedan como versión hatchback, en donde su equipamiento (accesorios) es quien diferencia estas versiones. Estas versiones poseen un motor 1.4 DOHC de 16 válvulas, con una potencia de 102 caballos de fuerza (76kw) a 6000 RPM y un torque de 131 Nm a 4200 RPM, ambas versiones poseen una caja manual de 5

⁴ (DYNOCOM IND.)

⁵ (GENERAL MOTORS, 2012)

velocidades, mientras la versión hatchback posee también la opción de tener una caja automática de 4 velocidades, esta versión no aparece en el mercado Ecuatoriano

Este vehículo posee un torque de 131Nm a 42RPM, con una potencia de 102hp a 6000RPM con una relación de compresión de 10.2, combustible recomendado de 89 RON, tiene un diámetro y carrera del motor de 73.8 x 81.8 las medidas de neumático son 195/60 R14, teniendo un peso vacío de 1050 kg, un peso bruto de 1444 kg, capacidad de carga 394 kg con una capacidad de tanque de 42 litros.

2.2.1 Funcionamiento básico del motor

El motor del Chevrolet Sail 1.4 es un motor, con una autonomía de 60 km por galón siendo un vehículo económico para nuestro medio a continuación detallare ciertos datos del motor necesarios para el desarrollo de la tesis.

2.2.2 Sistema de combustible

El sistema de medición de combustible se utiliza para proporcionar suficiente volumen de combustible en varias condiciones de servicio. Los inyectores montados en el colector de admisión de cada lado del cilindro inyectan combustible al motor. Dos sensores de control principal de combustible son el sensor MAP⁶ y las sondas Lambda calentada (HO₂S) número 1 y sonda Lambda calentada (HO₂S) número 2.

El sensor MAP mide o siente el nivel de vacío del colector 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)⁷. El ECM⁸ 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

⁶ Manifold Absolute Pressure (E-Auto, 2013)

⁷ Wide Open Throttle (E-Auto, 2013)

⁸ Engine Control Module (E-Auto, 2013)

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.

2.2.3 Sonda Lambda Calentada (HO₂S)

El sensor de oxígeno calentado (HO₂S) está situado en el colector de escape. La sonda Lambda calentada (HO₂S) indica al ECM la cantidad de oxígeno presente en los gases de escape y el ECM cambia la relación aire/combustible del motor. La relación aire/combustible óptima es 14.7:1 para lograr la mejor reducción de las emisiones de escape y es el momento en que el trabajo del catalizador es más efectivo. El sistema de inyección de combustible mide y ajusta continuamente la relación aire/combustible y por eso se llama sistema de "bucle cerrado".

El módulo de control del motor (ECM) que indica la figura 6 utiliza la entrada de tensión de varios sensores para determinar el suministro de combustible del motor. El combustible se puede suministrar en varias condiciones y estas condiciones reciben el nombre de "modo".



Figura 6. Sonda Lambda

Fuente: Taller de la facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz

Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

2.2.4 Modo de Arranque

Cuando el encendido se coloca por primera vez en la posición activada, el ECM energiza el relé de la bomba de combustible durante 2 segundos. A continuación, la bomba de combustible funciona y aumenta la presión en el sistema de combustible. El ECM también comprueba el sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT) y el sensor de posición de la mariposa (TP) para determinar la relación aire/combustible más adecuada para el arranque. Su rango está entre 1.5:1 (con la temperatura del refrigerante del motor a 37°C (- 35°F)) y 14.7:1 (con la temperatura del refrigerante del motor a 94°C (201°F)). El ECM controla la cantidad de combustible suministrado en el modo de arranque cambiando los tiempos de activación y desactivación de la válvula de inyección de combustible. Esto se lleva a cabo impulsando las válvulas de inyección durante intervalos muy cortos.

2.2.5 Modo de aceleración y desaceleración

2.2.5.1. Modo de Aceleración

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

2.2.5.2. 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.

2.2.6 Sistema de inyección variable

Un sistema que permite la variación o modificación de los ángulos de apertura de las válvulas para aumentar el tiempo de suministro de combustible (llenado) y de igual manera el vaciado del cilindro en el momento en que el motor gira alto de vueltas y el tiempo disponible para ello es menor.

Estos sistemas permiten utilizar el tiempo óptimo de apertura y cierre de las válvulas a cualquier régimen de giro del motor. Cada fabricante de estos

sistemas utiliza diferentes tipos de configuraciones para la modificación del calado de los árboles de levas, hacen actuar otra leva a altas revoluciones o modifican por medio de la posición del árbol de levas sobre sus apoyos.

2.2.7 Funcionamiento

Su principio de fundamentalmente es que al existir mayor es la cantidad de aire que entra en la cámara del cilindro, mayor será la potencia del motor, por eso es esencial el sistema de distribución, el cual tiene como función regular los tiempos del funcionamiento del motor.

La distribución del motor va estar controlada por el árbol de levas junto con las válvulas.

Entre más rápido gire un motor, resultará más complicado el llenado de los cilindros, debido a que las válvulas se abren y cierran mucho más rápido. Siendo la mejor opción que la válvula de admisión de apertura antes del inicio de la carrera de admisión, y la de escape antes de iniciar la carrera de escape, de esta manera podemos ayudar al llenado y vaciado de los cilindros.

El problema que existe es que en el momento ideal para la apertura de las válvulas es diferente para cada régimen del motor, sacrificando el rendimiento del motor para tener un resultado lo más cercano a lo deseado.



Figura 7. Distribución Variable

Fuente: Taller de la facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz

Editado por: Juan Carlos Murillo Alda

2.2.8 Tipos de Sistemas de Inyección Variable

Como ya es de nuestro conocimiento el tipo de configuración dependerá del fabricante, dentro de estas modificaciones existen 2 tipos las cuales son

- a) Desplazamiento del árbol de levas
- b) Alzada de levas variable

a) Desplazamiento del Árbol de Levas o convertidores de fase

En este tipo de inyección variable existen varios tipos pero el más utilizado es el que controla la carrera de admisión variando la posición angular del árbol de levas del engranaje de arrastre.

Siendo controlada por un accionador electromagnético dirigida por la centralita del motor, de manera que la presión del aceite en el variador permitiendo el desacoplamiento en el árbol de levas. Para un rendimiento eficaz de este sistema basta con modificar los tiempos de distribución de las válvulas de admisión

a) Alzada Variable de Levas

Tomando como uno de los principales sistemas de este tipo tenemos el sistema V-TEC de Honda o como sus siglas en ingles significan Variable Valve Timing and Lift Electronic Control, con su objetivo principal es resolver el problema de unificación de potencia a altas revoluciones y par a bajas vueltas, siendo uno de los primeros sistemas en ser modificados de esta manera Honda lo catalogo como “motores con doble personalidad” al tener estas características adaptativas.

El sistema V-TEC es uno de los más modernos, en comparación con otros sistemas de variación de levas, este sistema tiene un principio de alterar tanto el tiempo de apertura como el alzamiento de la leva.

Para un rendimiento eficaz de este sistema basta con modificar los tiempos de distribución de las válvulas de admisión

2.2.9 Desempeño Chevrolet Sail 1.4

“El vehículo Sail ha sido pensado como un vehículo familiar donde una persona pueda disfrutar de la comodidad y de la economía que brinda al ser bajo en consumo con un buen rendimiento de potencia.”⁹

2.2.10 Peso

En la tabla 3 se encuentran los valores correspondientes al vehículo Chevrolet Sail.

Tabla 3. Peso Chevrolet Sail 1.4

CHEVROLET SAIL 1.4	
Pesos y Capacidad	Valor
Peso vacío (Kg)	1092
Peso bruto vehicular (Kg)	1435
Volumén del área de carga (l)	370
Tanque de Combustible (gal/l)	12/92

Fuente :Manual Dynocom

Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

“El Chevrolet Sail sedán viene equipado con un confiable motor de 1.4 litros a gasolina de 4 cilindros y 16 válvulas DOHC, que le permite alcanzar una potencia máxima de 102 HP a 6.000 RPM”.

Su sistema de VGIS¹⁰ le proporciona un control específico sobre el aire de entrada al motor, dándole mayor potencia y mejor desempeño a bajas y altas revoluciones. Por su sistema de inyección de geometría variable, este impulsor asegura una excelente economía de combustible resultando en un promedio de hasta 60 km/galón (sujeto a las condiciones y estilo de manejo).

⁹ (GENERAL MOTORS)

¹⁰ Variable Geometry Intake System o Múltiple de admisión de geometría variable

2.2.11 Relación de Transmisión

Tabla 4. Relación de Transmisión

CHEVROLET SAIL 1.4	
Transmisión	MT SH63A
Relación 1º	3.727
Relación 2º	2.050
Relación 3º	1.323
Relación 4º	0.943
Relación 5º	0.743
Reversa	3.454
Relación Final de Eje	4.118
Tracción	FWD

Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

Datos del vehículo



Figura 8. Chevrolet Sail 1.4 - UIDE

Fuente: Taller de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz

Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

En la figura 8 se aprecia el vehículo se encuentra en óptimas condiciones, se pudo dar cuenta que es un vehículo que está en buen estado.

El estado del motor aparentemente está en óptimas condiciones, se realizará una prueba de ruta para determinar el estado de la suspensión frenos y desempeño inicial del vehículo. Este vehículo tiene un recorrido marcado de 7680 km como lo indica la figura 9, adicionalmente cuenta con un sistema de hidrogeno siendo un automotor con un sistema dual de combustible.



Figura 9. Kilometraje del Chevrolet Sail 1.4

Fuente: Taller de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz

Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

2.3 Combustible a utilizar Hidrógeno

Tabla 5. Descripción química del Hidrógeno

Nombre	Hidrógeno
Número atómico	1
Valencia	1
Estado de oxidación	1
Electronegatividad	2,1
Radio covalente (Å)	0,37
Radio iónico (Å)	2,08
Radio atómico (Å)	-
Configuración electrónica	1s ¹
Primer potencial de ionización (eV)	13,65
Masa atómica (g/mol)	100,797
Densidad (g/ml)	0,071
Punto de ebullición (°C)	-252,7
Punto de fusión (°C)	-259,2
Descubridor	Boyle en 1671

Fuente: <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/h.htm>

Editado por: Juan Carlos Murillo

En el siglo XVI el médico, alquimista Dr. Paracelso realizó algunas investigaciones en el campo de mineralogía, El logro obtener hidrógeno por primera vez con pedazos de hierro que a su vez estos pedazos los coloco en un recipiente lleno con ácido sulfúrico. Al pasar el tiempo en 1776 el químico inglés Henry Cavendish descubrió que el hidrógeno es más que un gas inflamable pero con la mezcla del aire, se lograba formar agua, más tarde el Francés Antoine Laurent de Lavoisier repetiría el mismo

experimento del químico Cavendish y que fuera llamado con el nombre de Hidrógeno.

“La palabra hidrógeno que proviene del griego que significa “dar origen al agua”, donde la consideramos fuente de vida que es la más común donde se puede obtener el hidrógeno.”¹¹ El agua está compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O). También se puede obtener hidrógeno de otros compuestos orgánicos, incluyendo todas las formas de vida conocidas como los combustibles fósiles, el gas natural y la biomasa. Este elemento gaseoso que es el más abundante y que se encuentra en todo el sistema solar.

Se caracteriza por tener las tres cuartas partes de toda la masa del universo y el 90% en número de átomos. En la tierra contamos con un volumen de hidrógeno alrededor de una partícula por millón (ppm) y por ser muy liviano este gas sube hacia el espacio exterior por lo que en la atmósfera terrestre es escaso.

En la tierra se encuentra en el agua y una tercera parte en los mares. El hidrógeno se puede encontrar en toda materia orgánica viva generalmente ligado con el carbono como también en los órganos fósiles como el petróleo.

2.3.1 Procesos termoquímicos

- Reformado de hidrocarburos con vapor de agua a nivel de vehículos con pila de combustible

2.3.2 Procesos electrolíticos

- Electrólisis por intermedio del agua sin embargo y actualmente se está aplicando otro método como la Fotólisis del agua.
- Ataque de metales con hidróxido sódico o potásico
- Ataque de metales (Zn y Al) con ácidos sulfúrico o clorhídrico.

¹¹ (Familiar, 2011)

2.3.3 Procesos Fitolíticos

- Utilizan la radiación solar para producir hidrólisis en el agua como la fotoelectrolisis y la biofotolisis.

2.3.4 Procesos Termolíticos

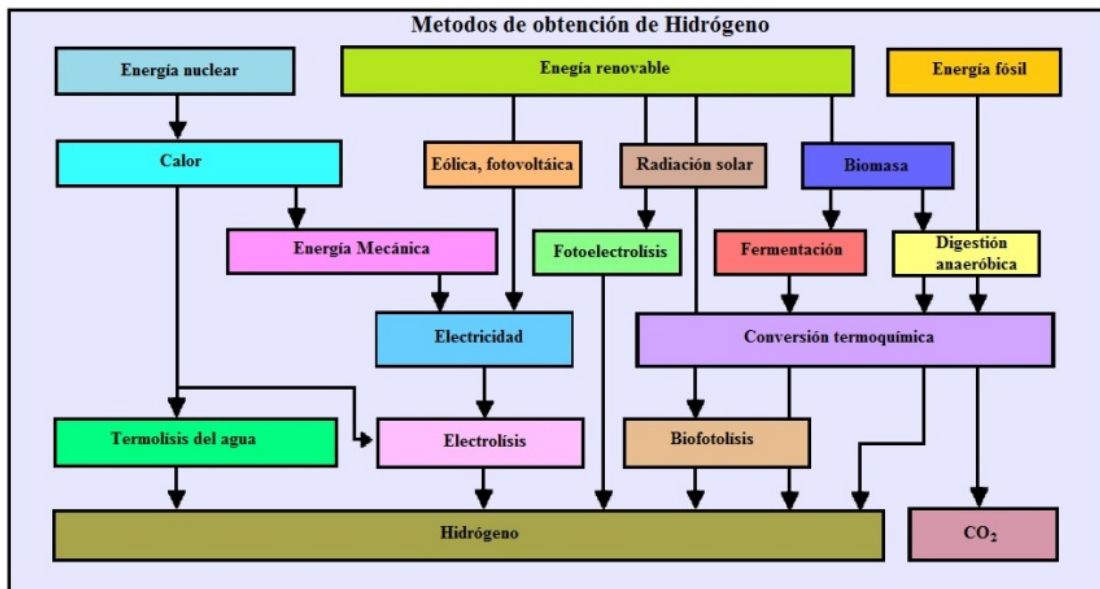


Figura 10. Métodos de Obtención de Hidrógeno

Fuente: Energías Renovables Hidrógeno producción almacenamiento y usos Energéticos

Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

La figura 10 nos muestra los diferentes métodos de obtención de hidrógeno a través de un diagrama de flujo permitiendo la extracción del hidrógeno a base de energía nuclear, energías renovables y energías fósiles.

2.3.5 Propiedades

“Es el primer elemento de la tabla periódica. El hidrógeno es un gas incoloro, inodoro e insípido.”¹² El símbolo es H, consta de un núcleo de unidad de carga positiva y un solo electrón. Tiene número atómico 1 y peso atómico de 1.00797. El hidrógeno es uno de los componentes químicos del agua y de la materia orgánica.

¹² (Lenntech, s.f.)

La densidad del hidrógeno es muy baja en estado líquido como también en gaseoso. La densidad actúa dependiendo de la temperatura y presión que se encuentre almacenado el hidrógeno afectando su disposición molecular.

El peso específico es la relación entre la densidad de la sustancia y de referencia a la misma temperatura y presión. En caso de gases y vapores se toma de referencia al aire que tiene una densidad de 1.203 kg/m^3 por lo tanto si un gas es menor a 1 serán más livianos que el aire.

El Hidrógeno en estado gaseoso tendrá un peso específico de 0,0696 es decir su densidad será un 7% de la densidad de aire siendo el hidrógeno más liviano. La sustancia que se toma de referencia para líquidos será el agua con una densidad de 1000 kg/m^3 por lo tanto si un líquido su peso específico es superior a 1 será más pesado que el agua.

El hidrógeno líquido es más liviano que el agua con un peso específico de 0,0708 con un 7% de la densidad del agua. El hidrógeno común tiene un peso molecular de $2,01594 \text{ kg/kmol}$. El agua tiene un peso molecular de 18 kg/kmol . Podemos entender que cada metro cúbico o 1000 kg de agua contendrá 71 kg de hidrógeno. El gas tiene una densidad de 0.65 kg/m^3 a 20°C y 1 atm . Si comparamos con el aire su densidad relativa es de 0.0695 .

Si comparamos un metro cúbico de metanol podemos decir que tendrá 100 kg de hidrógeno y si fuera un metro cúbico de heptano contendrá 113 kg de hidrógeno por tal razón los hidrocarburos son buenos portadores de hidrógeno, sin embargo su densidad energética es superior a la del hidrógeno puro. Una de las desventajas del uso del hidrogeno en el área automotriz es por el volumen almacenado que se necesita para obtener la misma autonomía como la gasolina debido a la baja densidad del hidrógeno como lo muestra la tabla 6.

“El hidrógeno como gas o líquido es considerado muy inflamable mucho más que los demás gases o combustibles del mercado que se son vendidos al público. El hidrógeno es más soluble con disolventes orgánicos lo

que no sucede con el agua”¹³ La mayoría de metales absorben hidrógeno. El acero al mezclarse con el hidrógeno lo hace quebradizo.

Tabla 6. Comparación de la densidad versus otros combustibles

Compuesto	Densidad del Gas (20°C 1 atm)	Densidad del Líquido (-253°C 1 atm)
Hidrógeno	0,0899 kg/m ³	70,8 kg/m ³
Metano	0,65 kg/m ³	422,8 kg/m ³
Gasolina	4,4 kg/m ³	700 kg/m ³

Fuente: Energías Renovables Hidrógeno producción almacenamiento y usos energéticos
Editado por: Juan Carlos Murillo

A temperaturas ambiente el hidrógeno es gas y no reactivo sin embargo a temperaturas elevadas se convierte en un gas reactivo siempre y cuando sea activado por medio de un catalizador.

El hidrógeno en mezcla con el oxígeno y a temperatura ambiente forma agua de manera lenta pero si la acelera un catalizador como el platino o una chispa eléctrica, se producirá con violencia una explosión. Con nitrógeno, el hidrógeno experimenta una importante reacción para formar amoníaco. El hidrógeno reacciona a temperaturas elevadas con cierto número de metales y produce hidruros. A temperaturas elevadas los óxidos de varios metales se pueden reducir con la ayuda del hidrógeno, con esto se puede obtener el metal libre y óxido en menor proporción. El hidrógeno reacciona a temperatura ambiente con las sales de los metales menos electropositivos y los reduce a su estado metálico.

La mayoría del hidrógeno de la tierra existe en estado combinado, por su reactividad con respecto al oxígeno es demasiado grande para permitirle estar presente como el elemento libre en la atmósfera, excepto como trazas. El agua es dos terceras partes de hidrógeno sobre una base atómica y los mares almacenan una gran cantidad de hidrógeno. El

¹³ (Familiar, 2011)

hidrógeno constituye un elemento principal en toda la materia orgánica que incluye a todo ser vivo, fósiles como el petróleo y el gas natural.

2.3.6 Compuestos principales

El hidrógeno se caracteriza por tener compuestos que contienen varios elementos como el agua, los ácidos, las bases, los compuestos orgánicos y muchos minerales. Los compuestos que se combinan con el hidrógeno o solo con otro elemento se los llama generalmente hidruros.

a) Temperatura de Cambio de fase

Las sustancias cambian su estado considerando su temperatura y la presión que puedan tener a su alrededor teniendo por consiguiente diferentes temperaturas de ebullición y fusión a una determinada presión. La temperatura de ebullición y fusión del hidrogeno son las más bajas de las demás sustancias sin considerar al helio tal cual se compara en la tabla 7.

Tabla 7. Temperaturas del Hidrógeno

Temperatura de Fusión	-259,20 °C
Temperatura de ebullición	-252,77 °C
Temperatura crítica	-239,96 °C

Fuente: Energías Renovables Hidrógeno producción almacenamiento y usos Energéticos (Eva M. Llerena e Ignacio Zabalza Bribian)

Editado por: Juan Carlos Murillo

Los combustibles líquidos requerirán menos espacio que los combustibles gaseosos y se considera más fácil su transportación por lo tanto se considera crítico la temperatura de ebullición del combustible si aumenta la presión hasta un determinado punto. El propano tiene un punto de ebullición a -42°C pero se puede almacenar como líquido a una presión moderada y a una temperatura de 21°C. A una presión mínima aproximada de 7.7 bares puede ser licuado.

La temperatura de ebullición del hidrógeno solo se podrá aumentar como máximo hasta -240°C con una presión de 13 bares, si la presión

que la formación de hidrógeno líquido sea escasa y muy compleja. “Debido a su punto de ebullición bajo, el hidrógeno se evapora de manera rápida y su contenedor debe ser aislado de manera apropiada con material adecuado.” (Lenntech, n.d.)

b) Contenido energético

Todo combustible mezclado con el oxígeno reacciona con la liberación de una cierta cantidad de energía de la cual se crea agua, cada energía liberada se puede cuantificar con el poder calorífico superior (PCS) o poder calorífico inferior (PCI) liberando la energía en el proceso de detonación con el contenido del peso del combustible.

La diferencia entre los dos poderes caloríficos (PCS-PCI) se obtendrá el calor de evaporización del agua representando la energía necesaria para convertir el agua en vapor, la tabla 8 nos indica la comparación entre diferentes combustibles. Los combustibles gaseosos no consumen energía para su evaporación. El agua se produce como resultado de un proceso de combustión y de reacción química se encuentra en forma de pila de combustible encontrándose en forma de vapor por lo tanto el poder calorífico inferior representa la energía disponible para hacer un trabajo externo.

Tabla 8. Contenido energético de los diferentes combustibles

Combustible	Poder calorífico superior	Poder calorífico inferior
Hidrógeno	141,86 MJ/kg	119,93 MJ/kg
Metano	55,53 MJ/kg	50,02 MJ/kg
Propano	50,36 MJ/kg	45,60 MJ/kg
Gasolina	47,50 MJ/kg	42,50 MJ/kg
Diesel	19,96 MJ/kg	18,05 MJ/kg
Metanol	19,96 MJ/kg	18,05 MJ/kg

Fuente: Energías Renovables Hidrógeno producción almacenamiento y usos Energéticos
Editado por: Juan Carlos Murillo

“El hidrógeno en forma de gas es el que más contenido de energía posee por unidad de masa es decir es tres veces mayor su contenido energético que el de la gasolina y por ser 2,5 veces mayor el calor de los hidrocarburos y 10 veces el del metanol,”¹⁴ por lo tanto para una determinada carga la masa de hidrógeno es un tercio de la masa que de un hidrocarburo es por ello que se utiliza como combustible en programas espaciales donde el peso es muy importante.

2.3.7 Obtención de hidrógeno efecto electrólisis

Hoy en día se puede producir hidrógeno por diferentes formas y tipos de materias sean estas del agua, carbón, fósiles o de la biomasa. Otra de las maneras de obtención de hidrógeno es el proceso de electrólisis por medio de un generador de hidrógeno que al ser aplicado un voltaje de 12 v, la molécula de H₂O se divide en átomos quedando los átomos de H₂ aislados es decir H por un lado y el oxígeno por el otro.

Los procesos químicos que se llevan a cabo en la electrólisis provocan cambios iónicos con mezclas homogéneas del electrolito. La celda electrolítica o generador de hidrogeno recibe la sustancia electrolítica la misma que es almacenada en su reservorio. Dentro el generador de hidrogeno encontramos dos electrodos los mismos que son conectados a la fuente de corriente en este caso una batería de 12 voltios. Donde el cátodo es el negativo y ánodo el positivo.

2.3.8 El electrolito

“A base de hidróxido de potasio (KOH) muy importante para mantener la corriente adecuada entre placa y placa del generador de hidrógeno de placas secas. La función del electrolito es para que el agua destilada mantenga su conductividad eléctrica correcta.”¹⁵

¹⁴ (Lenntech, s.f.)

¹⁵ (Solorza, Leal, & Poggi, 2011)

2.3.9 Concepto de electrolisis

La electrolisis se compone de dos palabras “electro” que significa electricidad y “lisis” que significa división, estos cambios químicos y con la aplicación del electrolito hace que sus componentes se dividan dentro de la celda eléctrica o generador de HHO.

El fenómeno que se genera en la interface electrodo-electrolito donde se descompone una sustancia en disolución bajo la acción de una corriente eléctrica. El agua se divide en dos elementos el hidrógeno y el oxígeno por medio de un generador que producirá electrolisis y consiste en la deposición de metales, gases u otras sustancias en el electrodo, en la disolución del electrodo o variación en la composición del electrolito en la zona contigua al electrodo.

Los procesos electrolíticos se realizan en dos electrodos uno es el ánodo y otro el cátodo. Por otra parte, los procesos que transcurren en ambos electrodos influyen en los índices de la electrólisis. En general, la electrólisis se realiza empleando corriente continua, aunque existen casos en que se realiza con corriente alterna como en el caso del bióxido de manganeso por electrólisis del nitrado de manganeso en electrodos de platino. La corriente alterna se emplea para el ataque electroquímico de piezas metálicas, para disolver los metales del grupo del platino con el fin de preparar electrólito.

“Los electrolizadores deben agruparse en serie para elevar la tensión el cual formara una pila electrolítica con placas bipolares que permitirán el buen reparto del gas.”¹⁶. Cuenta con colectores de corriente y su ajuste es por medio de barras de dos placas que será parte de la estructura

¹⁶ (Un robotica, s.f.)

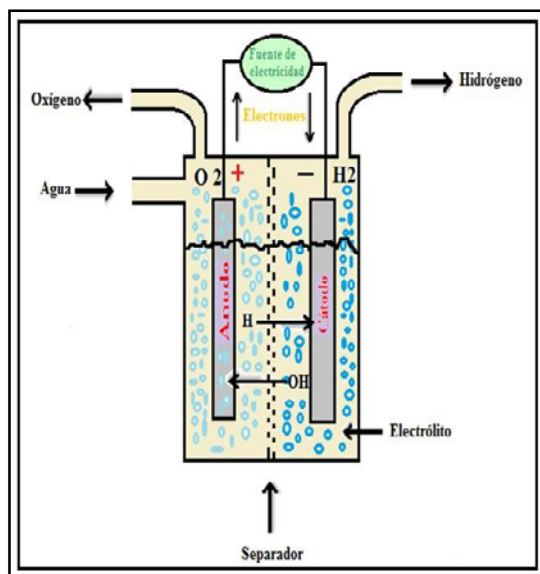


Figura 11. Celda eléctrica

Fuente: Energías Renovables Hidrógeno producción almacenamiento y usos Energéticos (Eva M. Llerena e Ignacio Zabalza Bribian)
Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

2.3.10 Número de octano

“El número de octano determina las propiedades antidetonantes de un combustible cuando es aplicado en un motor de combustión interna”¹⁷ Las detonaciones son producidas tras la ignición del combustible debido a la acumulación de calor en la cámara de combustión. Cuando la temperatura local supera a la temperatura de auto ignición se producen las detonaciones. El octano es utilizado como un medidor de resistencia a la detonación y es asignado un valor de 100. Los combustibles con un octanaje superior presentan una mayor resistencia al auto ignición que el mismo octano. El hidrógeno tiene un octanaje muy alto siendo muy resistente a la detonación.

¹⁷ (Cultura Científica, s.f.)

Tabla 9. Grado de octanaje de diferentes combustibles

Combustible	Numero de Octano
Hidrógeno	130
Metano	125
Propano	105
Octano	100
Gasolina	87
Diesel	30

Fuente: Energías Renovables Hidrógeno producción almacenamiento y usos Energéticos (Eva M. Llerena e Ignacio Zabalza Bribian)
Editado por: Juan Carlos Murillo

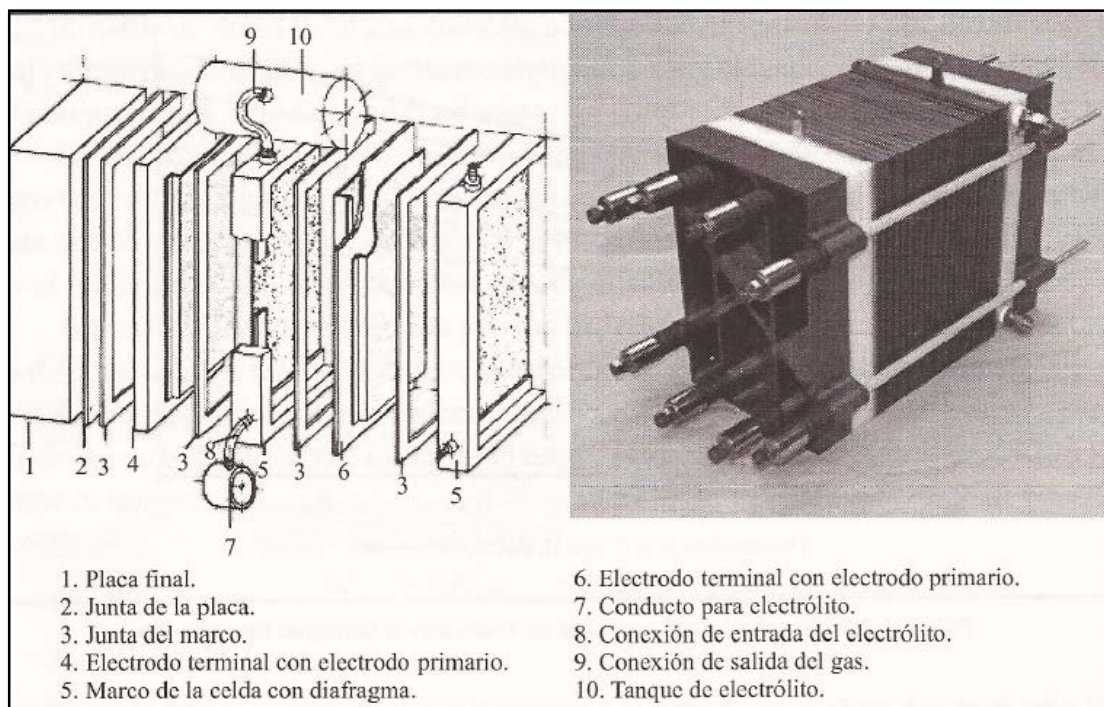


Figura 12. Generador de Hidrogeno

Fuente: Energías Renovables Hidrógeno producción almacenamiento y usos Energéticos (Eva M. Llerena e Ignacio Zabalza Bribian)
Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

El hidrógeno producido mediante electrolisis se puede ver como la forma de almacenar energía eléctrica, en el caso general la tensión en la electrolisis es el resultado de la diferencia de potenciales a una densidad de corriente de la electrolisis y la caída de tensión en la solución electrolítica que no se forme burbujas se puede calcular por medio de la ley de Ohm $V=I * R$

2.3.11 Componentes del kit de generación de hidrógeno

a) Generador de hidrógeno

Las celdas generadoras de hidrógeno conocido también con el nombre de hidrolizador son las encargadas de producir gas hidrógeno a partir del agua destilada (H_2O) y por la acción de un proceso de electrolisis que funciona con una tensión de 12 voltios producido por el alternador. La corriente que fluye a través del agua destilada (H_2O) se conoce con el nombre de electrolisis la misma que separa los elementos del agua como son las dos moléculas de hidrógeno (HH) y una de oxígeno (O).

El generador que se aplicara es apto para modelos de cilindraje hasta 2000 cc, es muy apropiado para la instalación cerca del compartimento delantero en posición vertical como horizontal. Consta de diecinueve placas de acero inoxidable 316 L cortadas con láser y tratadas especialmente tanto químicas como físicas para evitar sedimentación en su base sin embargo se aconseja siempre la utilización de agua destilada para evitar desmineralización.

El generador se conforma de placas secas divididas por un aislador de polímeros, su protocolo eléctrico comprende de cinco placas positivas, cinco placas negativas, cinco placas positivas y 4 negativas con un tamaño de 110 x110x150 mm. El hidrolizador puede producir Hidrógeno 2,0 litros por minuto a 25 amperios La alimentación eléctrica segura será de 12 a 15 Amperios.



Figura 13. Hidrolizador

Fuente: DC 2000 – Manual de instalación (HHO HYDROGEN ON DEMAND DUAL FUEL GENERATOR SYSTEMS)

Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

a) Burbujeador

El burbujeador tiene dos propósitos, el primero es para la limpieza del gas de HHO y que actúan como una barrera de seguridad. Cuando el gas HHO se produce a partir de su generador o pila seca, produce vapor de agua. Este vapor de agua puede transportar pequeñas partículas de electrolitos que pueden causar corrosión perjudicial a nivel de equipo o tomar contacto en la parte superior del motor como es la cámara de combustión. Las burbujas HHO suben por la columna de agua dentro del burbujeador filtrándose y reteniendo cualquier partícula de electrolitos que estaban conectados al vapor de agua. El resultado es un gas de hidrógeno mucho más limpio. El burbujeador actúa como un bloqueo de seguridad. Si se produjera una llamarada, la columna de agua evitará que el HHO sea afectado por la celda seca porque la llama no puede saltar de la burbuja a burbuja.



Figura 14. Burbujeador

Fuente: DC 2000 – Manual de instalación (HHO HYDROGEN ON DEMAND DUAL FUEL GENERATOR SYSTEMS)

Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

b) Hidróxido de potasio

El electrolito es importante porque es lo que los generadores de hidrógeno utilizan para mantener la tensión de la derecha a través de las placas y de llevar la corriente eléctrica de placa a placa. Hacen del agua un mejor conductor porque el agua pura es un aislante. No va a realizar ninguna corriente. El agua pura es rara. La mayoría del agua contiene minerales que son conductores. Los más minerales, mejor se llevarán a cabo. Pero cuando se trata de nuestros generadores de hidrógeno, que necesitamos para minimizar o eliminar las impurezas del agua que contaminan superficies de los electrodos y detener el proceso químico de la electrólisis. La mejor electrolito para HHO es hidróxido de potasio - KOH:

- Produce más HHO que otro tipo de electrolito
- Los electrodos se mantienen limpias - electrolito no sedimento;
- Disminuye el punto de congelación del agua.
- Este es el hidróxido de potasio de alta pureza en forma de escamas estándar de la industria. La pureza 98% es la más alta disponible para hidróxido de potasio.



Figura 15. Hidróxido de Potasio

Fuente: DC 2000 – Manual de instalación (HHO HYDROGEN ON DEMAND DUAL FUEL GENERATOR SYSTEMS)

Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

c) Mangueras

Son hechas a base de caucho o goma tratada y reforzada, pueden ser de diferentes colores o transparente. Las mangueras son aplicadas en diferentes servicios sean estos para conducir fluidos o gases y según sea su

caso serán diseñadas cada una de ellas. Existen varios tipos, se pueden usar para lubricantes, agua, combustibles para ello la resistencia a las altas presiones es importante como para depresiones. Las mangueras son flexibles y se amoldan a cada espacio que sean instaladas. Las mangueras deben ser empatadas con racores de diferente ángulo y pueden ser aseguradas con abrazaderas.



Figura 16. Manguera

Fuente: DC 2000 – Manual de instalación (HHO HYDROGEN ON DEMAND DUAL FUEL GENERATOR SYSTEMS)

Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

d) Relé

Elemento electromagnético con una corriente eléctrica que absorbe la intensidad de corriente al ser energizado permitiendo abrir o cerrar el circuito para activar un consumidor o actuador controlando su potencia de salida.



Figura 17. Relé

Fuente: DC 2000 – Manual de instalación (HHO HYDROGEN ON DEMAND DUAL FUEL GENERATOR SYSTEMS)

Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

e) Depósito de expansión

El depósito ha sido diseñado para acumular un líquido. Este depósito absorberá por radiación la temperatura que se producen durante el funcionamiento del motor. Por lo tanto su material es resistente a altas temperaturas. En él se almacenara el agua destilada y el hidróxido de potasio que formara el electrolito. En su parte interior del depósito se instalara un sensor de aviso para el nivel del líquido. Cuando su nivel baja sobre el rango permisible se activara una luz de alerta que será instalada en la cabina donde el conductor pueda observar. Cada vez que se active la alerta un relé desconectara el generador de hidrógeno.



Figura 18. Depósito de Expansión

Fuente: DC 2000 – Manual de instalación (HHO HYDROGEN ON DEMAND DUAL FUEL GENERATOR SYSTEMS)

Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

f) HHO Chip

Es un microprocesador de 200 MHz que trabaja con el sistema EOBDII, Euro IV como también con Euro V. El chip previamente programado con los datos del vehículo Chevrolet Sail será instalado en la salida y entrada serial de alta velocidad de la unidad de control del motor. Al aplicar un sistema de HHO, el chip HEC ajustará la inyección de combustible optimizando así el consumo de combustible.



Figura 19. HHO Chip

Fuente: DC 2000 – Manual de instalación (HHO HYDROGEN ON DEMAND DUAL FUEL GENERATOR SYSTEMS)

Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

g) Extensor para sonda lambda primaria

Al colocar una extensión en la parte roscada de la sonda lambda primaria obtendremos como resultado una corrección en la inyección de combustible haciendo que el software de la unidad de control controle su tensión disminuyendo el porcentaje de envío de combustible al momento de inyectar según sea la carga generada al motor. Con el extensor mejoraremos la cantidad de oxígeno que será quemado y eso lo podremos observar con la medición de emisiones.



Figura 20. Extensor para sonda lambda primaria

Fuente: DC 2000 – Manual de instalación (HHO HYDROGEN ON DEMAND DUAL FUEL GENERATOR SYSTEMS)

Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

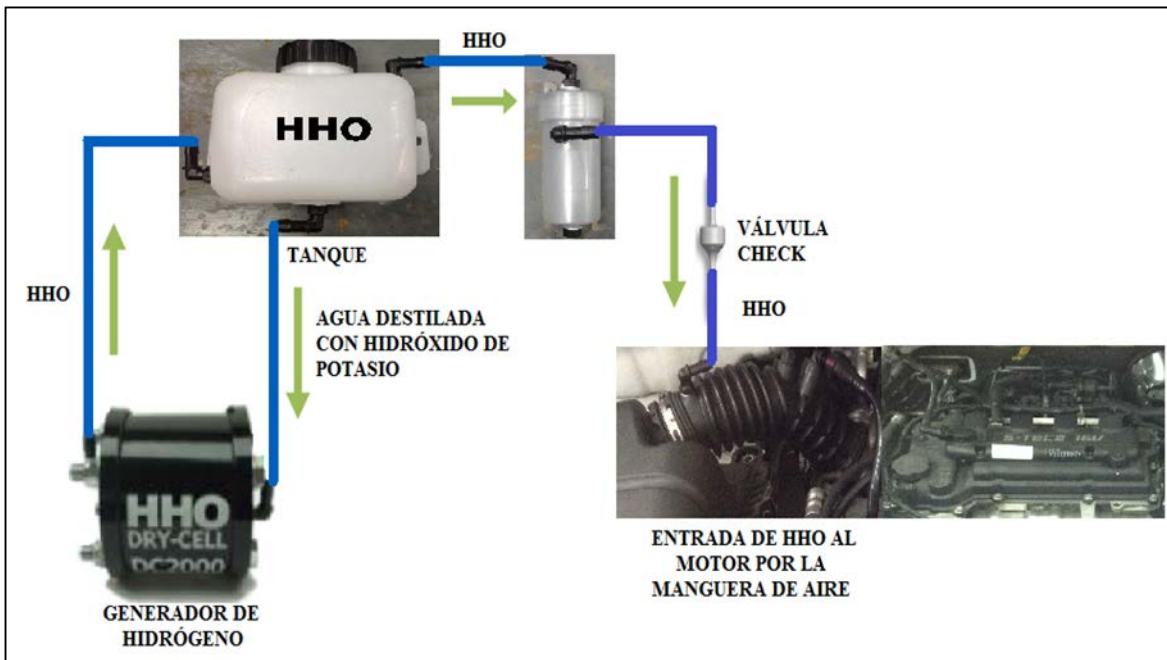


Figura 21. Sistema de generación de hidrógeno

Fuente: DC 2000 – Manual de instalación (HHO HYDROGEN ON DEMAND DUAL FUEL GENERATOR SYSTEMS)

Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

CAPITULO III

TOMA DE MUESTRA

En este capítulo se ha realizado la toma de muestra necesaria para realizar el análisis de la curva de eficiencia y en el cual también hablamos de los parámetros y normas de seguridad del dinamómetro como las del elevador.

3.1 Protocolo

Para la correcta utilización del dinamómetro se utilizó ciertos parámetros y procesos de seguridad tanto del dinamómetro, del elevador y del vehículo a probar para tener una mejor autonomía al utilizar esta herramienta que servirá para dar valores exactos de potencia, rpm y torque.

3.2. Normas de seguridad del dinamómetro

Procesos de seguridad para la correcta utilización del dinamómetro:

1. Bloquear los frenos de los rodillos.
2. Verificar la presión de aire de los neumáticos que están en los rodillos. Asegúrese de que la presión del aire es entre 30-35 psi o seguir los fabricantes recomiendan la presión.
3. Para vehículos AWD siempre tiene la parte trasera del coche en el Dyno primario.
4. Utilice siempre todas las cintas de trinquete para mantener el vehículo en el dinamómetro. Las tiras transversales en la parte delantera del vehículo y la parte trasera del vehículo.
5. Siempre volver a comprobar las correas después de conducir sobre los rodillos durante un breve periodo de tiempo para alinear el vehículo sobre los rodillos. Asegúrese de que las correas estén firmemente

fijadas y no interfieran con las piezas móviles o los componentes del sistema de escape.

6. Nunca gire el volante mientras funciona el dinamómetro
7. Nunca opere el dinamómetro con individuos de la parte trasera o delantera del vehículo.

3.3. Normas de seguridad del elevador

1. Mantener en todo momento el orden y la limpieza del lugar de trabajo
2. Las herramientas manuales se han de colocar y transportar en paneles, carros y cajas.
3. Se eliminarán rápidamente del lugar de trabajo, las piezas o materiales sobrantes, las manchas de productos resbaladizos o que puedan contaminar el ambiente
4. La elevación y transporte de materiales u objetos de más de 40 kg se debe hacer con grúas o carros.
5. Antes de proceder al uso de equipos de elevación y transporte, comprobar el correcto estado de las cadenas, así como de los ganchos y pestillos de seguridad.
6. Seguir las recomendaciones del fabricante al usar el elevador de vehículos y los gatos hidráulicos, y nunca superar la carga máxima indicada.
7. Usar calzado de protección contra la caída de objetos.
8. Cuando se trabaje con maquinaria portátil produciéndose elevado nivel de ruido, utilizar protección auditiva.
9. No retirar los protectores, ni anular los sistemas de seguridad de la maquinaria que se usa.

Procesos de seguridad en el vehículo usado

1. Se revisó la presión de los neumáticos al subir el vehículo al elevador
2. Se puso el vehículo perpendicular al dinamómetro
3. Se utilizaron 4 fajas de sujeción 2 para la tracción delantera que estuvieron sujetos de los ganchos de arrastre del Sail y 2 fajas en la tracción trasera que estuvieron sujetos en el eje trasero en conjunto con los postes del elevador.

4. Una vez puestas las fajas se procedió a revisar que todos los seguros estén muy bien apretadas.
5. Como último paso se revisó que no haya personal alrededor del dinamómetro para proceder a realizar las pruebas.

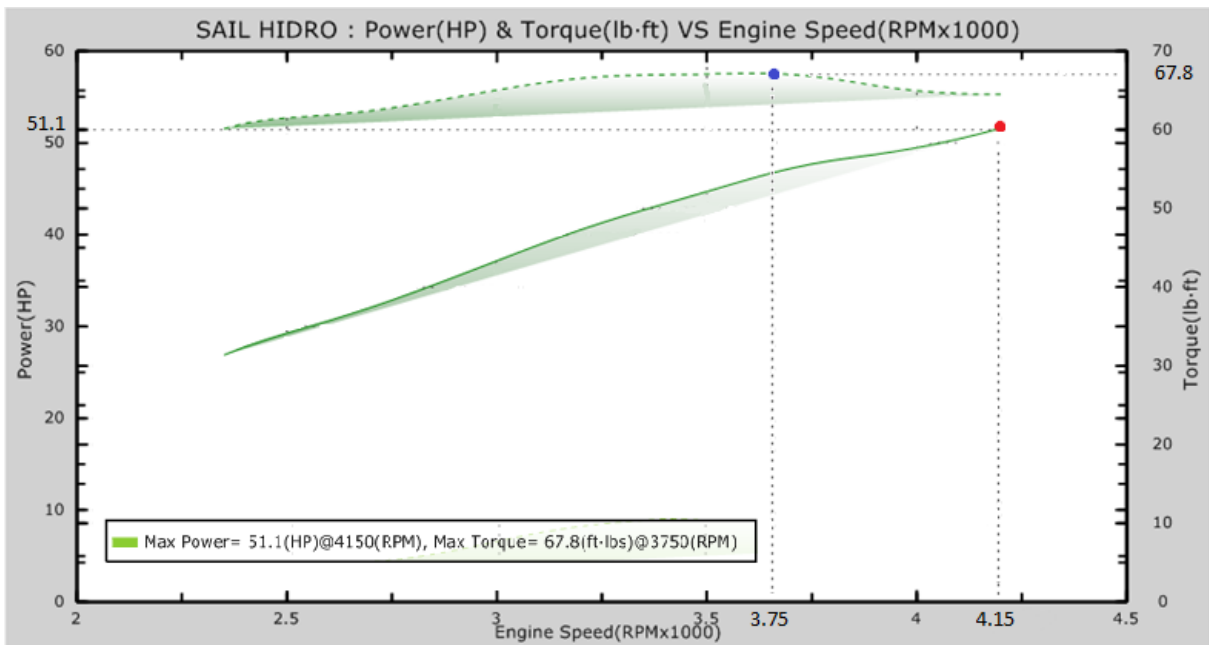
3.4. Toma de muestra

En la toma de muestras tomamos 3 pruebas para poder realizar la comparación de la misma. Para nuestra muestra se utilizó e sistema de hidrogeno HHO implementado en el sistema de admisión del vehículo Sail.

3.4.1. Muestra 1

Su poder máximo fue de 51.1 Hp a 4150 RPM con un torque máximo de 67.8 ft.lbs a 3750 RPM como lo indica la tabla 10.

Tabla 10. Grafica de curva

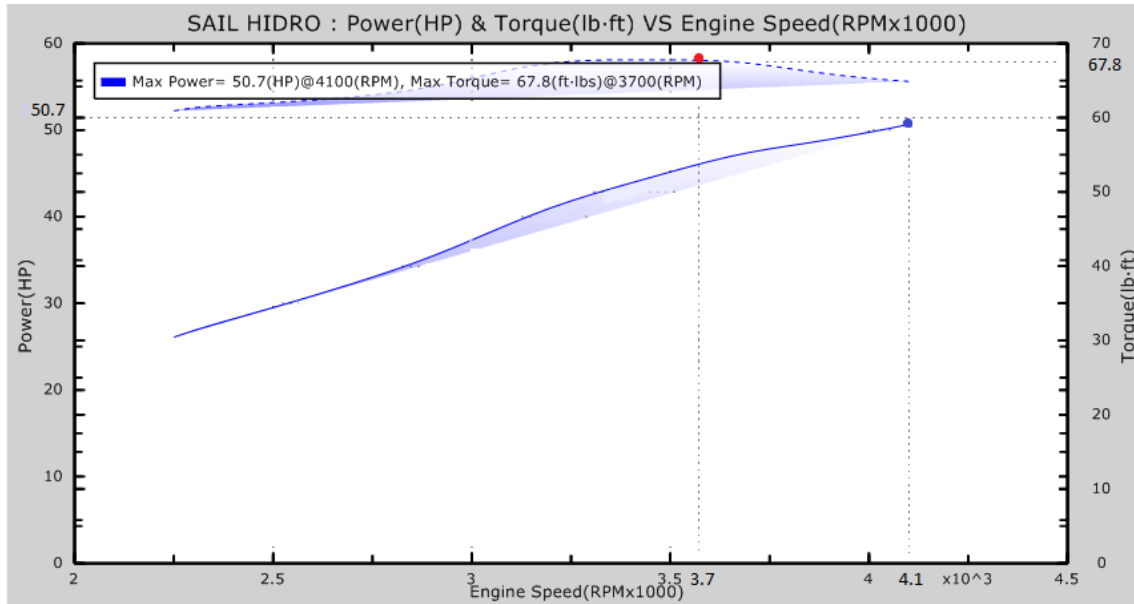


Fuente: Software Dynocom
 Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

3.4.2 Muestra 2

Se realizó una segunda muestra donde alcanzo una potencia de 50.7 HP a 4100 RPM, el torque conservo los 67.8 (ft-lbs) a 3700 RPM.

Tabla 11. Grafica de curva



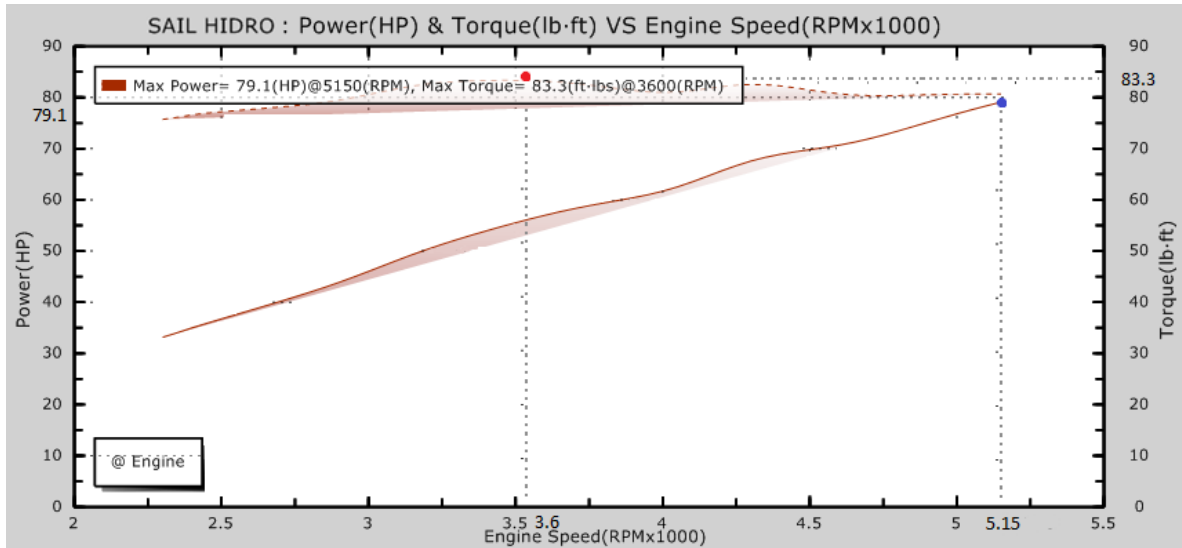
Fuente: Software Dynocom
Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

En la muestra 2 se observó que los datos no variaron siguen dando el mismo torque y las misma potencia a 5000 rpm

3.4.3. Muestra 3

Esta muestra es tomada con el sistema a gasolina en el Sail donde nos muestra la tabla 12 que la potencia máxima es 79.1 HP a 5150 RPM, y el torque máximo a 3600 RPM.

Tabla 12. Grafica de curva



Fuente: Software Dynocom
Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

3.5. Tabla de Datos

Tabla 13. Tabla de Datos Gasolina

Gasolina										
RPM	Tq MPFI	W	Pf MPFI	mc	ma	cec MPFI	nt MPFI	Vd MPFI	Md	nv MPFI
2400	76,6	19251,68	19,252	4,423	52,16	1,734914	46,96	110,0935	96,88225	53,83855
2600	77,7	21155,48	21,155	6,061	62,9	1,77259	45,96	119,2679	104,9558	59,93
2800	78,8	23105,37	23,105	6,442	77,04	1,912975	42,59	128,4424	113,0293	68,15932
3000	80,6	25321,24	25,321	5,455	94,35	2,54332	32,03	137,6168	121,1028	77,909
3200	82,7	27713,04	27,713	6,818	105,49	2,460936	33,11	146,7913	129,1763	81,66356
3400	83,4	29694,33	29,694	7,576	122,82	2,970264	27,43	155,9657	137,2499	89,48643
3600	83,2	31365,66	31,366	8,8182	137,09	3,478326	23,42	165,1402	145,3234	94,33444
3800	82,1	32670,47	32,670	9,74	44,48	1,007026	80,91	174,3147	153,3969	28,99667
4000	81,1	33971,09	33,971	10,909	56,97	1,0244	79,53	183,4891	161,4704	35,282

Fuente: Software Dynocom
Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

Tabla 14. Tabla de datos Hidrógeno

Hidrógeno										
RPM	Tq MPFI	W	Pf MPFI	Mc	ma	cec MPFI	nt MPFI	Vd MPFI	Md	nv MPFI
2400	63,70	16009,56	16,010	4,423	74,022	2,762725	29,49	110,0935	96,88225	76,40409
2600	64,60	17588,73	17,589	6,061	85,101	3,445957	23,64	119,2679	104,9558	81,08272
2800	65,00	19059	19,059	6,442	92,152	3,380031	24,10	128,4424	113,0293	81,52931
3000	66,10	20765,93	20,766	5,455	98,582	2,626899	31,02	137,6168	121,1028	81,40356
3200	68,20	22854,04	22,854	6,818	102,342	2,98328	27,31	146,7913	129,1763	79,22658
3400	69,60	24780,88	24,781	7,576	109,277	3,057195	26,65	155,9657	137,2499	79,61902
3600	68,80	25936,99	25,937	8,8182	117,867	3,399855	23,96	165,1402	145,3234	81,1067
3800	67,90	27019,79	27,020	9,74	125,88	3,604765	22,60	174,3147	153,3969	82,06163
4000	66,3	27771,68	27,77168	10,909	133,41	3,928102	20,74125	183,4891	161,4704	82,62194

Fuente: Software Dynocom
Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

Significado de la tabla de datos

Rpm: Revoluciones por minuto

Tq: Torque

MPFI: Sistema multipuerto de inyección

W: Trabajo / Energía

Pf: Potencia del Freno

Mc: Consumo másico de combustible

Ma: Consumo másico aire real

Cec: Consumo específico de combustible

Nt: Rendimiento Térmico

VD: Volumen de aire teórico consumido por el motor

Md: Consumo másico de aire

Nv: Rendimiento volumétrico

CAPITULO IV

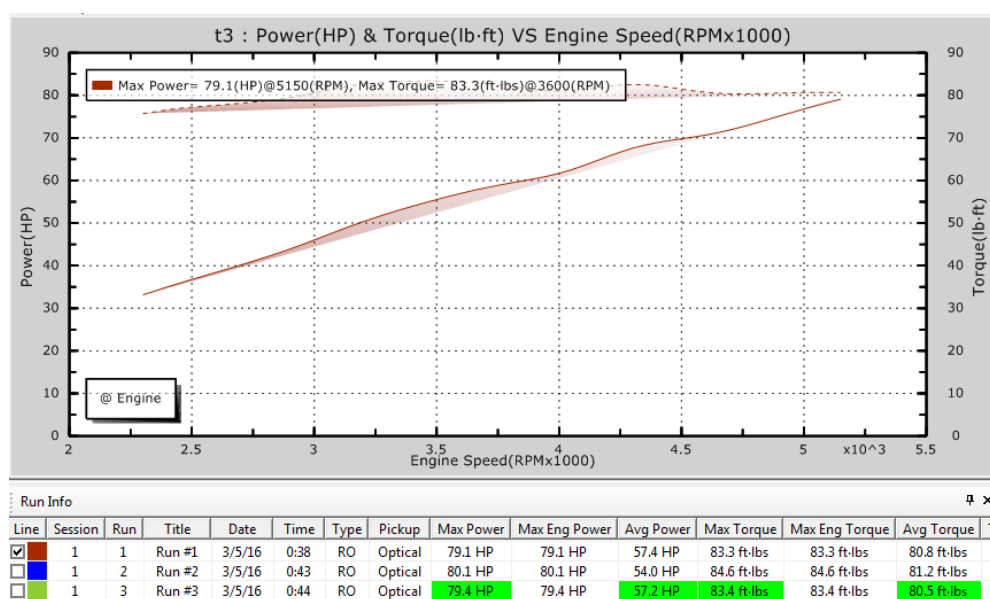
ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se ha elaborado un análisis de las muestras tomadas del dinamómetro, comparando los datos usando gasolina e hidrógeno.

4.1 Tabla de Datos

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.

Tabla 15. Recopilación de datos



Fuente: Software Dynocom

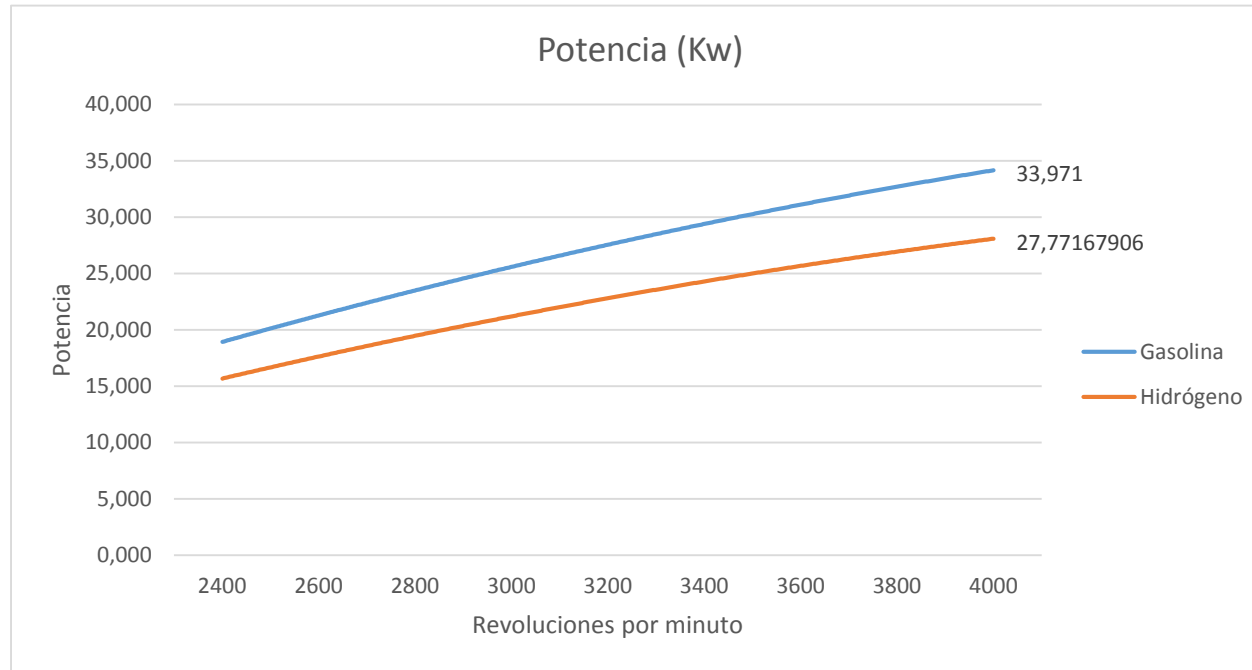
Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

Esta es la tabla de datos tomados para determinar la comparación existente dentro de estos rangos. Los valores obtenidos en los datos, debo decir 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 Sail posee 102 Hp a 6000 RPM, de esta manera podemos concluir nuestro estudio sobre curvas características del Chevrolet Sail, con el uso del dinamómetro.

4.2 Curva Comparativa de Potencia

Tabla 16. Curva de potencia Gasolina vs Hidrógeno

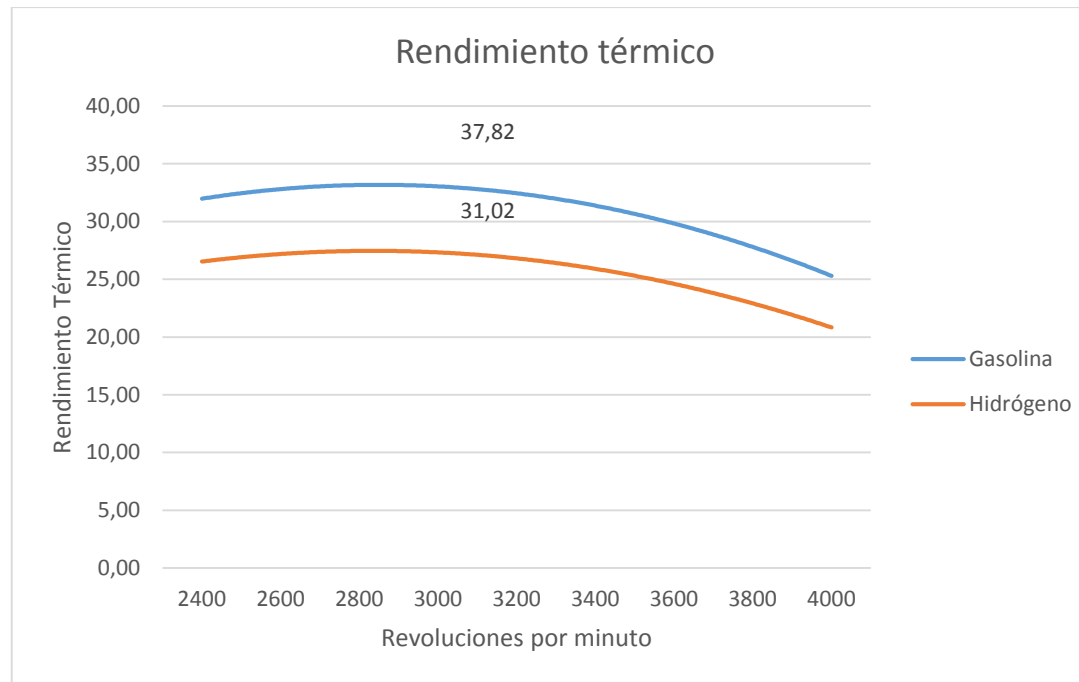


Fuente: Software Dynocom
Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

Mediante el sistema a gasolina se obtiene una potencia de freno máxima de 33,97 Kw @4000 RPM , y el hidrógeno obtiene una potencia de freno máxima de 27,77 Kw @4000 RPM.

4.3 Curva comparativa de Rendimiento Térmico

Tabla 17. Curva de Rendimiento Térmico Gasolina vs Hidrógeno



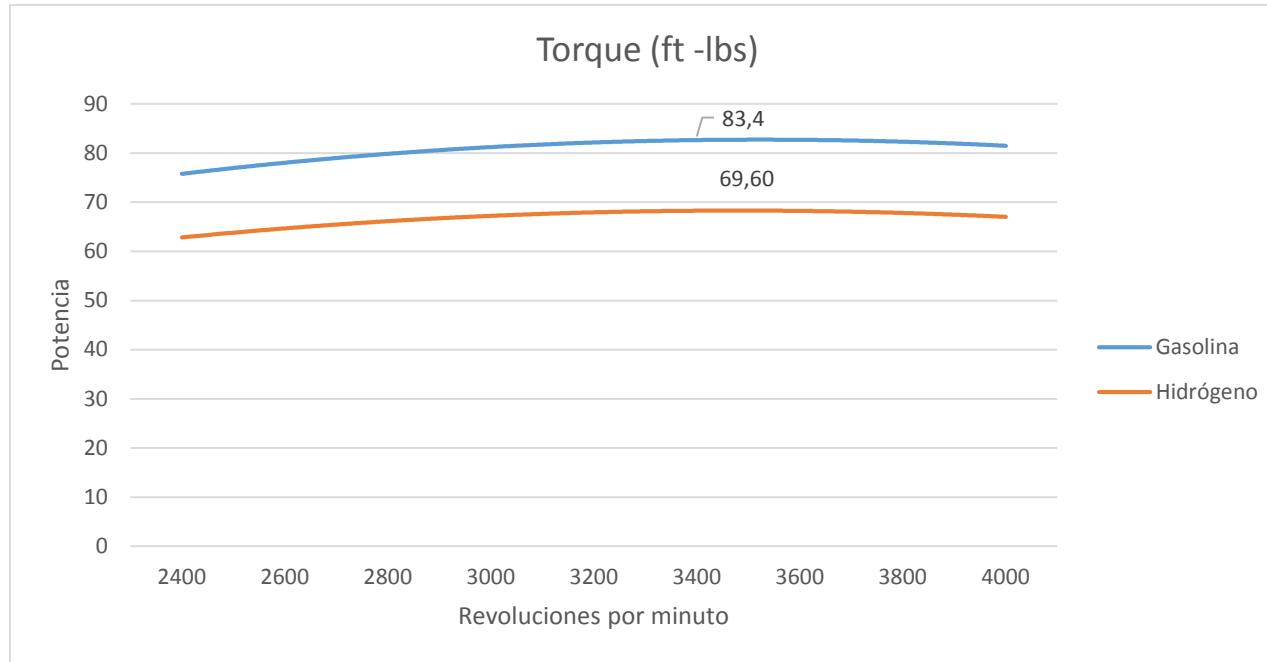
Fuente: Software Dynocom

Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

De igual manera existe una pequeña variación en cuanto al rendimiento térmico obteniendo la gasolina un 37,82 % y el hidrógeno un 31.02%.

4.4 Curva comparativa de Torque

Tabla 18. Curva de Torque Gasolina vs Hidrógeno



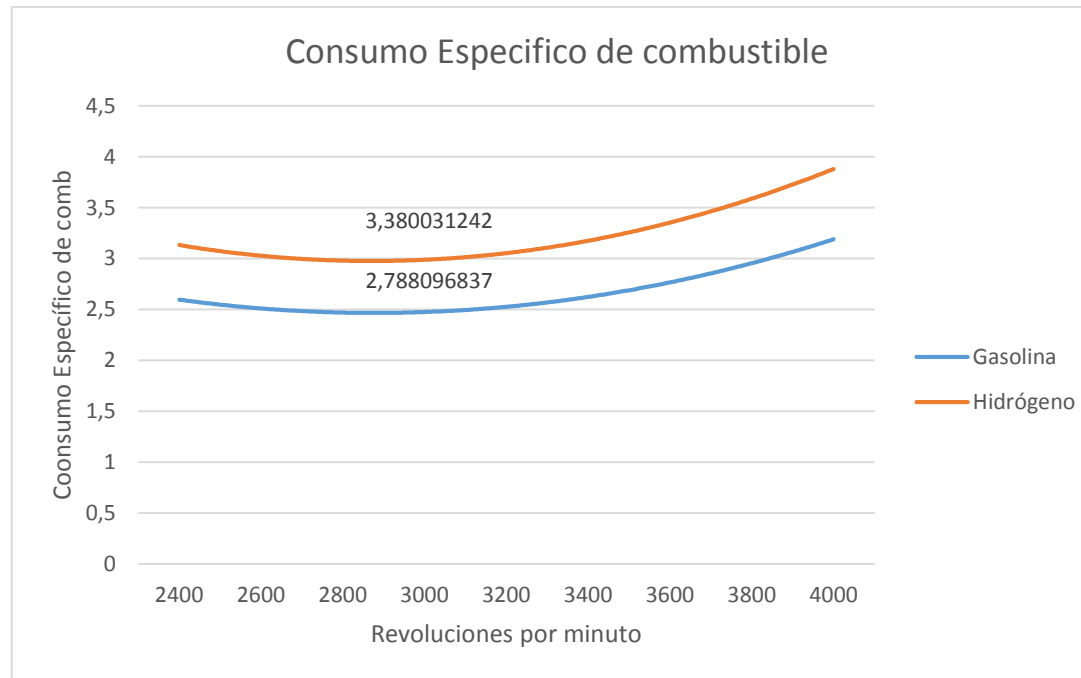
Fuente: Software Dynocom

Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

Se puede apreciar que el sistema a gasolina mantiene un torque mayor que en el sistema a hidrógeno, teniendo su mayor torque en 83,4 ft-lbs @3500 RPM y el hidrógeno tiene 69,60 ft-lbs @3400 RPM.

4.5 Curva comparativa de Consumo de combustible

Tabla 19. Curva de consumo de combustible Gasolina vs Hidrógeno



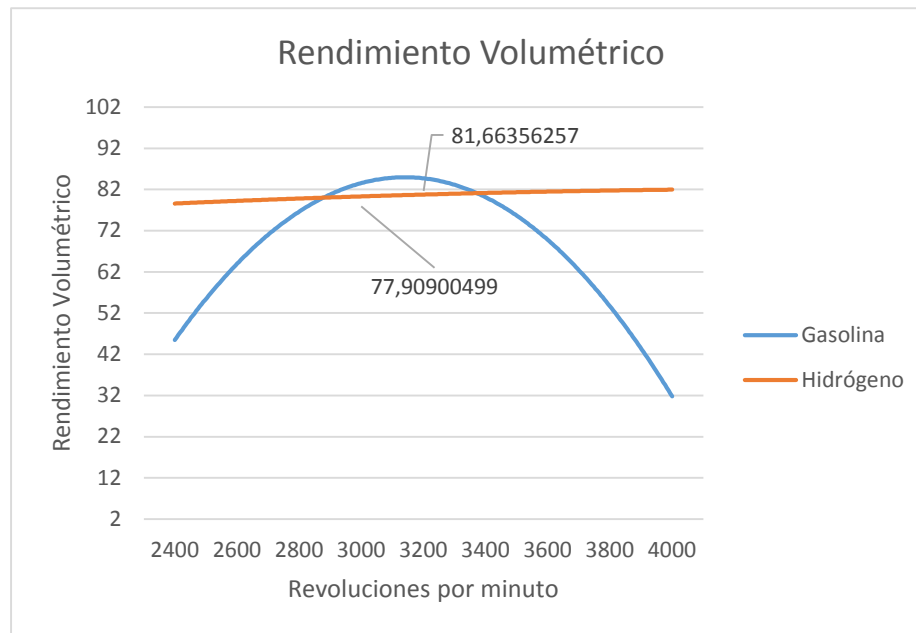
Fuente: Software Dynocom

Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

En cuanto al consumo de combustible denotamos una muestra casi similar sin mucha variación pero podemos notar que el sistema a hidrógeno tiene un mayor consumo llegando a 3,38 y la gasolina a 2,7.

4.6 Curva comparativa de Rendimiento Volumétrico

Tabla 20. Curva de rendimiento volumétrico Gasolina vs Hidrógeno



Fuente: Software Dynocom

Editado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

El rendimiento volumétrico también se ha visto afectado pero no en gran variación, aunque el sistema a gasolina sigue presentando mejoría ya que obtiene un mejor llenado del 81,66 % frente al hidrógeno de 77,90 %.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se concluye que utilizando el sistema de hidrógeno se obtuvo de potencia máxima 50.7 HP y de Torque máximo 67.8 ft-lbs.
- Con el uso de gasolina se determinó se obtuvo mejores resultados tanto en potencia y en torque ya que se acercan más a los valores dados por el fabricante.
- Debido al uso de filtros de aire, de combustible, octanaje del combustible varían los valores respecto al fabricante, ya que ciertos fabricantes hacen las mediciones con todos los elementos incorporados que tomen potencia del motor como el alternador, filtros entre otros. Y otros obtienen la potencia falsa donde existe una potencia mayor pero sin estar utilizándose algunos elementos del vehículo.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda verificar el sistema de hidrógeno para obtener mejores resultados con el mismo.
- El gas de hidrogeno podría servir en un futuro como complemento del combustible así ayudar a ser más amigable con el medioambiente sin embargo hace falta mayor dedicación y conocimiento de las ventajas y beneficios del de para que en futuro se pueda aplicar este sistema en los vehículos.
- Las tomas de prueba en el dinamómetro se deberían realizar en una potencia real es decir con todos los elementos del motor montados y en perfecto funcionamiento.

Bibliografía

1. Aguer, M., & Miranda, A. (2007). *El Hidrogeno Fundamento de un futuro equilibrado*. (D. d. Santos, Editor) Obtenido de <http://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788479788094.pdf>
2. Consejo Nacional de Energia. (s.f.). *Consejo Nacional de Energia*. Obtenido de http://www.cne.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=118&Itemid=160
3. Familiar, C. (2011). *Inyeccion de Hidrogeno como Potencial mejora de los motores actuales*. Barcelona.
4. Hernandez, V. (2007). *Propuesta para el diseno de control electronico y construccion de un dinamometro de inercia electronico computarizado*.
5. 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.
6. 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.
7. Pardiñas, J. (2012). *Sistemas de alimentación en motores Otto II (Sistemas auxiliares del motor)*. Editex.

8. UNIVERSIDAD DEL AZUAY. (2013). ESTUDIO DE LA REPOTENCIACIÓN DE UN MOTOR DE ALTO RENDIMIENTO UTILIZANDO SISTEMAS PROGRAMABLES. CUENCA, AZUAY, ECUADOR.
9. UZHCA, P. Ñ. (s.f.). INCIDENCIA DEL TIPO DE GASOLINAS, ADITIVOS Y EQUIPOS OPTIMIZADORES DE COMBUSTIBLES.
10. Solorza, O., Leal, E., & Poggi, H. (2011). *Energias Renovables Biologicas Hidrogeno Pilas de Combustible*. Obtenido de <http://www.relaq.mx/RLQ/tutoriales/e-bookSymp07.pdf>

Bibliografía Virtual

11. Cultura Cientifica. (s.f.). *Ref Pemex*. Obtenido de <http://www.ref.pemex.com/octanaje/que.htm>
12. DYNOCOM IND. (s.f.). DYNO X SERIES. *DYNO X SERIES 5000/ 800 HP* .
13. ECURED. (2011). *ECURED*. Obtenido de <http://www.ecured.cu/Dinam%C3%B3metro>
14. GENERAL MOTORS. (2012). CHEVROLET SAIL FICHA TÉCNICA. *CHEVROLET SAIL 2012* .
15. GENERAL MOTORS. (s.f.). *CHEVROLET*. Obtenido de <https://www.acdelcotds.com/acdelco/action/home>
16. Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0191_EO.pdf
17. INEN. (2012). INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. *INEN GASOLINA REQUISITOS*.

18. Lenntech. (s.f.). *Lenntech*. Obtenido de

<http://www.lenntech.es/periodica/elementos/h.htm>

19. Un robotica. (s.f.). *Un robotica*. Obtenido de

<http://www.unrobotica.com/hidrogeno/hidrogeno.htm>

ANEXOS

ANEXO 1 – Dinamómetro



Anexo 1: Dinamómetro Serie X 2WD
Fotografiado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

Como podemos ver en la imagen tenemos el dinamómetro

ANEXO 2 – Accesorios



Anexo 2: Accesorios
Fotografiado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

Para el enlace principal del mismo encontramos el dispositivo llamado interface la cual se conecta con el computador y se encarga de recopilar los datos necesarios para la toma de muestra.

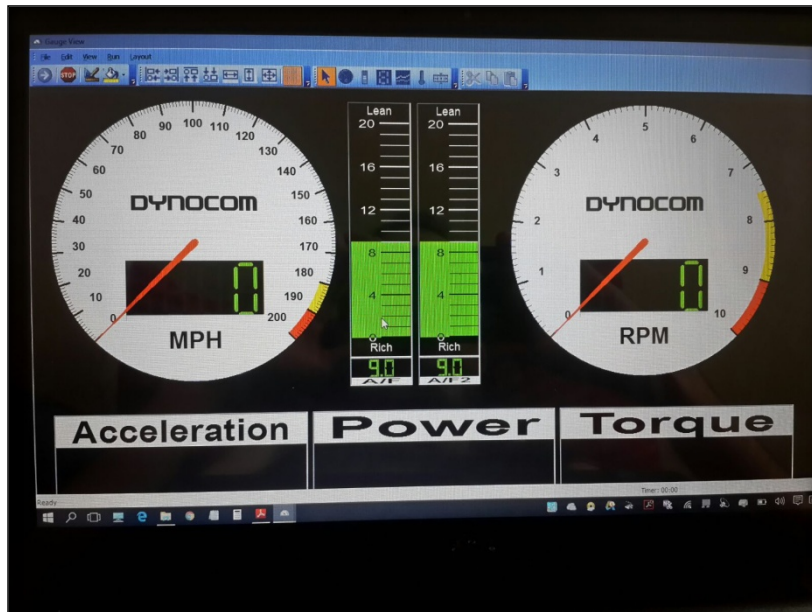
ANEXO 3 – CONTROL DE MANO



Anexo 3: Control de Mano
Fotografiado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

Para lo que es el control de mano, puedo decir que sirve para operar el dinamómetro desde la cabina del vehículo teniendo casi todas las opciones disponibles, desde el GO para empezar la prueba hasta el stop para poder detener el rodillo principal y poder sacar el vehículo de la prueba, este dispositivo también permite la configuración de la resistencia del rodillo.

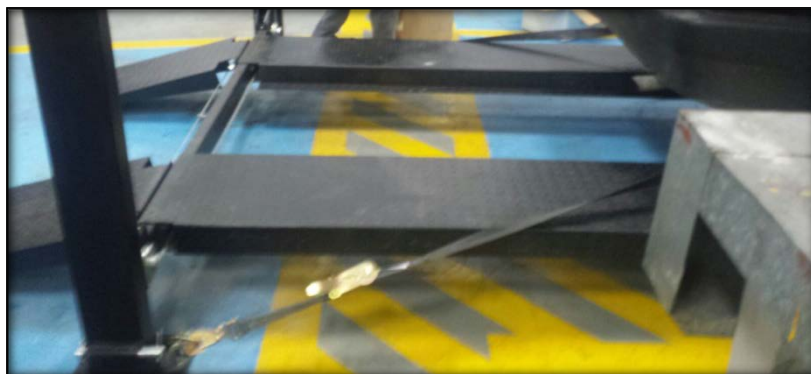
ANEXO 4 - VENTANA DE MUESTRA



Anexo 4: Ventana de Muestra
Fotografiado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

En la ventana de muestra es utilizada básicamente para que la persona que está operando pueda observar las rpm con las que el vehículo está trabajando además de la aceleración y el torque.

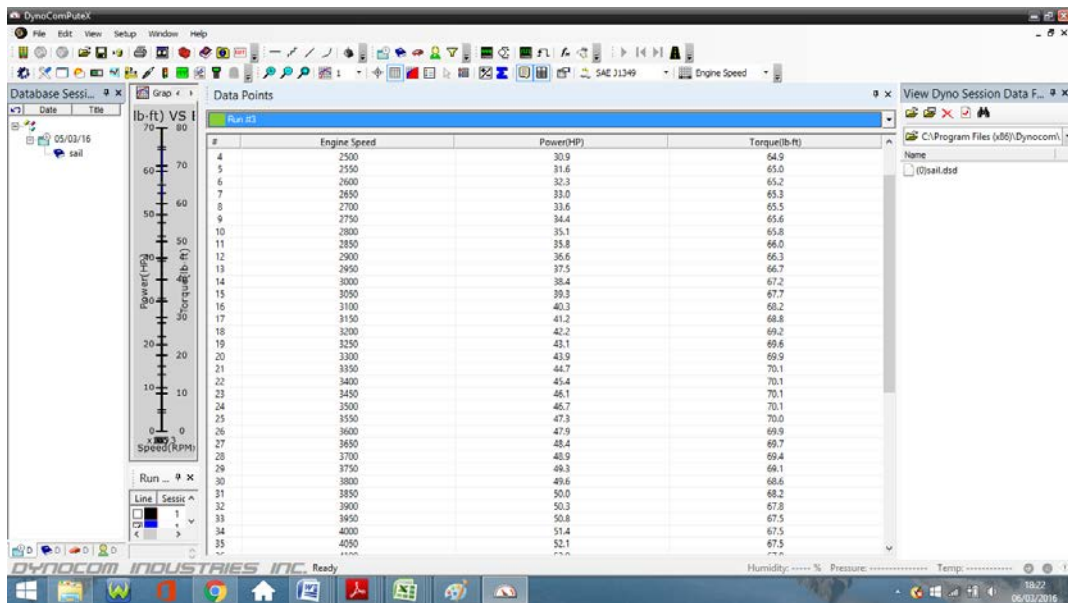
ANEXO 5 – FAJAS DE SEGURIDAD



Anexo 5: Fajas de Seguridad
Fotografiado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

Todo vehículo de tracción delantera se recomendaba, sujetar de los aros posteriores hacia los postes del elevador, estos no pueden ser 100% tensados ya que se debe tener cierta juga para que el vehículo pueda asentarse en el momento de la prueba.

ANEXO 6 – CD SOFTWARE



Anexo 6: Software Dynocom
Fotografiado por: Juan Carlos Murillo Aldaz

El software que nos da el fabricante Dynocom nos ayuda a obtener la tabla de datos donde obtenemos la potencia, torque y las rpm.

Glosario de Términos

- **HHO.-** El oxihidrógeno es una mezcla de hidrógeno diatómico y oxígeno en proporción que se asume de 2:1, misma proporción del agua.
- **Electrolisis.-** Es un fenómeno que se genera en la interface electrodo-electrolito donde se descompone una sustancia en disolución bajo la acción de una corriente eléctrica.
- **Relé.-** Elemento electromagnético con una corriente eléctrica que absorbe la intensidad de corriente.
- **HHO Chip.-** Es un microprocesador de 200 MHz que trabaja con el sistema EOBDII.
- **Torque.-** Es una medida de como una fuerza actúa sobre un objeto produciendo una rotación.

- **Dinamómetro.-** Es un equipo el cual permite medir la energía que entrega el motor de un vehículo bajo diferentes rangos y cargas para poder tener un análisis de desempeño tanto de ciudad como de carretera del vehículo.

- **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.

- **Potencia al freno.-** Es la capacidad de medir en forma efectiva la potencia de un motor, la valoración de los caballos de potencia debe basarse en la capacidad del motor para producir trabajo en las ruedas conductoras o en el eje de salida.

- **Rendimiento térmico.-** Representa el mayor o menor grado de aprovechamiento de la energía del combustible que hace un motor.
- **Rendimiento volumétrico.-** Es la relación entre la masa de aire que entra realmente en el cilindro en cada ciclo y la que debería entrar para unas condiciones dadas.
- **RON.-** Índice de octanaje medio en laboratorios.
- **OBDII.-** Diagnostico de a bordo