



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA
INGENIERÍA MECÁNICA

Aplicación del proceso de descarbonización del motor M16A de un vehículo Suzuki SX4, utilizando un generador HHO.

AUTORES

Br. Magdiel Iván Álvarez Contreras

Br. Elieth del Carmen Mendieta Gaitán

TUTOR

Ing. Jacinto René Vallejo Padilla.

Managua, 5 de Septiembre del 2016

Dedicatoria

Reconociendo los favores de Dios, porque sin Él no somos nada, por brindar la vida, salud, sabiduría e inteligencia en cada paso y etapa de nuestras vidas, por su ayuda incondicional y fortaleza en medio de las dificultades. Por usar como su instrumento a nuestros padres y llenarles de amor, paciencia y entrega para ayudar y alentar a concluir nuestras metas. Por poner en nuestro camino a amigos, familiares y profesores que ayudaron a la culminación de esta monografía. Sabiendo que Él es digno de todo merito se dedica a Dios dicho documento.

Resumen

En los motores de combustión interna al darse el proceso de combustión la mezcla no se quema totalmente, sino que genera gases tóxicos en ciertas cantidades; en cada país estas cantidades de gases son controladas y establecidos los intervalos que el automóvil debe presentar.

Como producto de esta quema imparcial del combustible y los años de trabajo del motor se acumula la carbonilla, esto puede causar fallas al motor haciéndose necesario la limpieza del mismo.

Para descarbonizar al motor o limpiarlo de residuos (carbonilla) se utilizó una maquina a base de generadores HHO, la cual ocupa el principio de electrolisis.

Para evaluar la eficacia de dicha máquina y las ventajas de utilizarla, así como, sus desventajas, el motor se sometió a diversas pruebas para conocer el estado en el que andaba y poder comparar respectivamente sus resultados luego de aplicarle el proceso.

El vehículo analizado es un Suzuki SX4, motor M16A, transversal de 4 cilindros, año 2008.

Se realizó análisis al vehículo como: pruebas de emisiones de gases, diagnostico computarizado KTS, prueba de consumo de combustible, prueba de compresión en los cilindros, todo esto antes y después de la descarbonización.

Los resultados de los estudios realizados al motor indicaron que luego de la descarbonización con la maquina a base de generadores HHO, el vehículo obtuvo más potencia, disminuyo el consumo de combustible, redujo las cantidades de gases tóxicos según las pruebas de emisiones de gases y la compresión en cada cilindro se emparejo. Sin embargo, debido a una falla presentada por el vehículo durante el proceso de análisis menguo las mejorías obtenidas mediante la utilización de esta máquina.

Índice

Capítulo 1. Generalidades.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos.....	3
Capítulo 2. Motores de combustión interna.....	4
2.1. Concepto.....	4
2.2. Principales índices y condiciones de trabajo de los motores de automóvil. .	4
2.3. Clasificación de los motores de combustión interna.....	5
2.4. Funcionamiento de los motores de combustión interna de 4 tiempos.....	7
2.5. Ciclo de trabajo del motor de 4 tiempos de gasolina.....	7
2.6. Conceptos básicos de mecanismos y sistemas del motor.....	8
2.7. Funcionamiento del mecanismo de distribución de gases.....	9
2.8. Componentes del sistema de distribución de los gases.....	10
2.9. Concepto del mecanismo biela-manivela.....	11
2.10. Funcionamiento del mecanismo biela-manivela.....	11
2.11. Componentes del mecanismo.....	12
Capítulo 3: Descripciones del motor M16A.....	14
3.1. Descripción general del motor.....	14
3.2. Descripción de la lubricación del motor.....	14
3.3. Descripción del sistema de suministro de combustible.....	15
3.4. Descripción del sistema de escape.....	16
3.5. Sensor MAF (Sensor de masa del flujo de aire).....	16
3.6. Sensor IAT (Sensor de temperatura del aire de admisión).....	18
Capítulo 4. Problemas que afectan a algunos elementos del motor.	20
4.1. Problemas.....	20
4.2. Concepto de carbonilla u hollín.....	21
4.3. Afectación de la carbonilla en los motores de combustión interna.....	22
Capítulo 5. Descarbonización en los motores de combustión interna.....	24
5.1. Concepto.....	24

5.2. Métodos tradicionales.....	24
5.3. Máquina descarbonizadora a partir de generadores HHO para motores de combustión interna.	27
Capítulo 6. Pruebas realizadas.....	30
6.1. Pruebas de emisiones de gases	30
6.2. Prueba de compresión en los cilindros	32
6.3. Diagnostico computarizado para motor a gasolina.....	34
6.4. Prueba de consumo del combustible.....	35
Capítulo 7. Análisis de los resultados obtenidos	37
7.1. Emisiones de gases.	37
7.2. Prueba de compresión.....	43
7.3. Diagnostico computarizado gasolina.....	44
7.4. Consumo del combustible.....	47
Conclusiones	49
Recomendaciones.....	50
Bibliografía	51
Anexos	

Capítulo 1. Generalidades.

1.1. Introducción.

En el documento se presenta una alternativa tecnológica, limpia y amigable con el medio ambiente, es una maquina descarbonizadora para el sector automotriz basada en la electrolisis del agua que produce gas oxihidrogeno.

Se ejecutará el análisis en un motor de combustión interna M16A de un vehículo SX4 con una maquina descarbonizadora a base de generadores HHO, donde se definirá el procedimiento a seguir, expondrán sus ventajas y/o desventajas operacionales de este proceso con respecto a los métodos tradicionales y comparara los valores de emisiones de gases, consumo de combustible, compresión del motor y un diagnostico computarizado KTS. Todas estas pruebas se realizarán antes y después del proceso de descarbonización.

El propósito de este trabajo es mejorar la eficiencia de un motor de combustión interna que se ve afectado por la acumulación de carbonilla en los conductos y cámaras de combustión, mediante la realización de una descarbonización, la cual limpiara, los pistones, válvula de admisión y de escape. Este proceso permitirá devolverle al motor la eficiencia que tenía antes de las incrustaciones de carbonilla en sus piezas.

Es muy importante tener en cuenta el aspecto medio ambiental debido al crecimiento del parque vehicular en el país que incrementa la cantidad de emisiones de gases y partículas contaminantes (Óxido Nitroso, monóxido de Carbono, dióxido de Carbono, etc.), es por esto que debemos considerar la implementación de nuevas tecnologías que permitan la reducción de emisiones nocivas y la contaminación del aire. A causa de este incremento, el sector transporte y los talleres de mecánica automotriz son principalmente beneficiados, debido a la facilidad y bajo costo en la realización de este proceso

1.2. Justificación

La carbonilla, es el colesterol de los vehículos, es como para los seres humanos, si se obstruyen las venas, el corazón no rinde al máximo y pierde potencia, fuerza y prestaciones, todo esfuerzo cuesta mucho más, llegando incluso a generarse grandes problemas de salud. Sucede exactamente lo mismo con los motores, a medida que la carbonilla se instala en los conductos y en la cámara de combustión, el motor no rinde lo mismo, va disminuyendo sus prestaciones día a día, generando pérdidas de potencia, fallos de aceleración, auto- encendidos, aumento del consumo de combustible y expulsión de gases contaminantes.

Por lo tanto, para mejorar la eficiencia de un motor de combustión interna que se ve afectado por los problemas antes mencionados se puede realizar una descarbonización (utilizando un generador HHO) al motor la cual limpiará los pistones, los inyectores, las válvulas, le permitirá devolver al vehículo la eficiencia que tenía antes de las incrustaciones de carbonilla en sus piezas.

La tecnología que presenta dicha máquina es lo que nos motivó en la realización de este proyecto para corroborar si disminuye los daños causados por la carbonilla que se acumula en los conductos del motor de combustión interna y si mejora aspectos tales como eficiencia y economía.

1.3. Objetivos

Objetivo general

Realizar el proceso de descarbonización en el motor de combustión interna M16A del vehículo Suzuki SX4 con el generador HHO.

Objetivos específicos

- Definir los procedimientos a seguir para el descarbonado en los motores de combustión interna a partir de los generadores de HHO.
- Comparar los valores de compresión del motor antes y después del proceso de descarbonización.
- Analizar los valores de las emisiones de gases antes y después del proceso de descarbonado a partir de generadores HHO.

Capítulo 2. Motores de combustión interna.

2.1. Concepto

Es un conjunto de piezas móviles y fijas que trabajan sincronizadamente transformando la energía química del combustible en energía calorífica y luego en fuerza mecánica útil.

Es un tipo de máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química producida por un combustible que arde dentro de una cámara de combustión, su nombre se debe a que dicha combustión se produce dentro de la propia máquina.

2.2. Principales índices y condiciones de trabajo de los motores de automóvil.

La calidad de los motores de combustión interna se caracteriza por los siguientes índices principales:

- ✚ Fiabilidad de todos los elementos estructurales.
- ✚ Grado de perfección en la transformación de energía calorífica a mecánica, valorada por el rendimiento o el consumo específico de combustible y representa la cantidad de combustible (en unidades másicas o volumétricas) que se gasta en unidad de tiempo por unidad de potencia.
- ✚ Potencia del motor referida a la unidad de superficie del pistón (potencia específica)
- ✚ Masa del motor por unidad de potencia (masa específica) y sus dimensiones máximas.
- ✚ Grado de toxicidad y de humos de los gases de escape, nivel de ruido durante el funcionamiento del motor.

- ✚ Sencillez de la estructura, comodidad de mantenimiento técnico y costo de producción del motor, su explotación y reparación.
- ✚ Arranque seguro del motor.
- ✚ Perspectiva de la estructura, que permita su posterior modernización a través de un reforzamiento del motor y del aumento de sus índices en correspondencia con el nivel de desarrollo de la técnica.

Una cualidad importante en los motores de transporte representa su rápida adecuación al trabajo en regímenes variables en función de las condiciones de explotación.

2.3. Clasificación de los motores de combustión interna

✚ Según la disposición de los cilindros

▪ Motor en línea

Los motores en línea son la configuración más corriente utilizada en los automóviles, ya sea ubicado de manera longitudinal o transversalmente.

Los cilindros van uno a continuación del otro en un solo bloque, el montaje general de estos motores es de 1, 2, 3, 4, 5 y 6 cilindros.

▪ Motor en V

Los motores en V consisten en dos bancadas o bloques de cilindros que se unen entre sí formando un ángulo de 60, 90 o 120 grados.

Utilizan un solo cigüeñal para ambos bloques de cilindros, este sistema ha sido usado para disminuir la longitud que ocupa el motor.

- **Motor horizontal opuesto**

Los motores horizontales opuestos tienen una disposición adecuada para el enfriamiento por medio de una corriente de aire; son utilizados para reducir la altura del motor y bajar el centro de gravedad.

El cuerpo está formado por dos semibloques del cual salen a uno y el otro lado los cilindros. Entre los dos semiejes se forman los soportes para el árbol de levas y para el cigüeñal.

- ✚ **Por su ciclo termodinámico**

- El motor de explosión, ciclo Otto.
- El motor Diésel.

- ✚ **Por su ciclo de trabajo**

- De dos tiempos (2T): efectúan una carrera útil de trabajo en cada giro.
- De cuatro tiempos (4T): efectúan una carrera útil de trabajo cada dos giros.

Existen los Diésel y gasolina, tanto en 2T como en 4T.

- ✚ **Según la posición del árbol de levas**

- **OHV (Over Head Valve)**

Se distingue por tener el árbol de levas en el bloque motor y la válvula dispuestas en la culata. La ventaja de este sistema es que la transmisión de movimiento del cigüeñal al árbol de levas se hace directamente por medio de dos piñones o con la interposición de un tercero, también se puede hacer por medio de una cadena de corta longitud. Lo que significa que esta transmisión necesita un mantenimiento aproximadamente cada 200,000 kilometros. La desventaja viene dada por el elevado número de elementos que componen este sistema lo que trae con el tiempo desgastes que provocan fallos en la distribución.

- **OHC (Over Head Cam)**

Se distingue por tener el árbol de levas en la culata lo mismo que las válvulas. Es el sistema utilizado hoy en día en todos los coches a diferencia del OHV que se dejó de utilizar al final de la década de los años 80 y principio de los 90. La ventaja de este sistema es que se reduce el número de elementos entre el árbol de levas y la válvula por lo que la apertura y cierre de las válvulas es más preciso. Tiene la desventaja de complicar la transmisión de movimiento del cigüeñal al árbol de levas, ya que, se necesitan correas o cadenas de distribución más largas que necesitan un mantenimiento constante cada 100,000 kilómetros (banda de tiempo) y 200,000 kilómetros (cadena).

- **DOHC (Double Over head Cam)**

Hay una variante del sistema OHC, el DOHC la D significa Double es decir doble árbol de levas, utilizado sobre todo en motores con 3, 4 y 5 válvulas por cilindro.

2.4. Funcionamiento de los motores de combustión interna de 4 tiempos

Son aquellos que completan su ciclo de trabajo en cuatro carreras del pistón, dos ascendentes y dos descendentes, cada una de ellas describe un desplazamiento de media vuelta del cigüeñal. Por tanto, para que en estos motores se complete el ciclo de trabajo se requieren dos vueltas del cigüeñal.

2.5. Ciclo de trabajo del motor de 4 tiempos de gasolina.

Tiempo de admisión

Este proceso se realiza durante el movimiento del pistón desde el punto muerto superior hasta el punto muerto inferior. Cuando la válvula de admisión está abierta, este movimiento provoca en el cilindro una depresión y bajo la acción de la diferencia de presiones la mezcla aire-combustible entra en el cilindro.

Tiempo de compresión

En este proceso ambas válvulas están cerradas y el cigüeñal hace medio giro de vueltas más. El pistón hace su carrera desde el punto muerto inferior hasta su punto muerto superior comprimiendo la mezcla.

Tiempo de combustión

El pistón hace su recorrido desde el punto muerto superior hasta su punto muerto inferior, en este momento se desprende mucho calor producto de la combustión de la mezcla y los gases producen en el fondo del pistón un movimiento de vaivén con ayuda de la biela y se crea el movimiento giratorio del cigüeñal.

Tiempo de escape

Este proceso tiene lugar, cuando el pistón hace su carrera desde el punto muerto inferior hasta el punto muerto superior, estando la válvula de escape abierta y expulsa del cilindro los gases de escape.

Cuando el pistón está a punto de llegar al punto muerto inferior (final de la expansión) se abre la válvula de escape y los gases de escape que tienen una presión excesiva, comienzan a salir del cilindro a la atmosfera a través del tubo de escape.

2.6. Conceptos básicos de mecanismos y sistemas del motor

Cámara de combustión

Espacio dentro del cilindro entre la culata y la parte superior o cabeza del pistón, donde se efectúa la combustión de la mezcla aire-combustible que llega del carburador. La capacidad de la cámara de combustión se mide en centímetros cúbicos (cm^3) y aumenta o disminuye con el movimiento alternativo del pistón. Cuando el pistón se encuentra en el PMS (Punto Muerto Superior) el volumen es

mínimo, mientras que cuando se encuentra en el PMI (Punto Muerto Inferior) el volumen es el máximo.

Relación de compresión

La relación de compresión volumétrica en un motor de combustión interna es el número que permite medir la proporción en volumen, que se ha comprimido la mezcla de aire-combustible (Motor Otto) o el aire (Motor Diésel) dentro de la cámara de un cilindro. Es decir, el volumen máximo o total (volumen desplazado más el de la cámara de combustión) entre el volumen mínimo (volumen de la cámara de combustión).

Carrera del pistón

Distancia que recorre el pistón durante su movimiento entre el punto muerto superior y el punto muerto inferior.

Cilindrada del motor

Es el espacio comprendido en el cilindro entre el punto muerto superior y el punto muerto inferior; es decir, es el espacio que recorre al trasladarse el pistón de un punto muerto a otro y se calcula como el volumen de un cilindro.

2.7. Funcionamiento del mecanismo de distribución de gases.

Este sistema hace funcionar las válvulas de admisión y de escape, o sea hace posible la admisión de los gases frescos en los cilindros y la expulsión de los gases quemados. Se acciona el sistema de distribución de gases desde la rueda del cigüeñal, este movimiento, el cual puede tener forma de (ser por medio de) rueda de cadena, rueda dentada y rueda de correa dentada hasta el árbol de levas.

Las levas abren las válvulas de admisión y de escape contra las fuerzas de resortes por medio de elementos de transmisión de fuerzas como puede ser:

taques o botadores de aceite; debido a las fuerzas de los resortes de válvulas, estas se cierran nuevamente en sus asientos.

2.8. Componentes del sistema de distribución de los gases.

Árbol o ejes de levas

Es accionada por los engranajes de distribución, está provisto de las levas para accionar los botadores, varillas de empuje y balancines. Lleva soportes en el bloque de cilindros por intermedio de casquillos de fricción, en algunos casos lleva una excéntrica para accionar la bomba de alimentación de combustible. Tiene que efectuar el movimiento de carrera de las válvulas en el momento correcto y en el orden debido; esto quiere decir que sigue el orden de trabajo del motor. El accionamiento del árbol de levas es por medio del cigüeñal a través de cadenas, correas y ruedas dentadas.

El árbol de levas transmite la energía por medio de las varillas de empuje y los balancines y estos abren o cierran las válvulas.

Válvulas

Son las encargadas de abrir y cerrar los conductos de admisión y escape en la culata del motor, formando un sello con su cara y el asiento en la culata, para evitar pérdidas de compresión. Son abiertas por la acción de un balancín y se cierran por la acción de un resorte. Cuando se abre la válvula de admisión, permite la entrada de aire o mezcla fresca al motor, generalmente su platillo es de mayor diámetro y trabaja a menor temperatura.

Cuando se abre la válvula de escape, permite la salida de los gases quemados. Generalmente es de menor diámetro y trabaja a una mayor temperatura.

Las válvulas tienen la particularidad de que giran durante su funcionamiento, para tener un desgaste uniforme y así aumentar su vida útil.

Eje de balancines

Es un elemento del motor, que se encuentra ubicado en la parte superior de la culata. Su función es la de abrir y cerrar las válvulas en el momento preciso a través del movimiento que la transmite al eje de levas por medio de los botadores y varillas de empuje.

Múltiple de admisión y escape

Son los conductos que tiene el motor, que conducen los gases frescos para que haya una buena admisión y expulsión de los gases quemados de forma óptima para que el motor funcione correctamente.

2.9. Concepto del mecanismo biela-manivela

Es un mecanismo que transforma el movimiento rotatorio en movimiento lineal. Cuando la manivela gira la biela retrocede y avanza, este es un movimiento alternativo. La distancia que se ha desplazado la biela depende de la longitud de la manivela. La biela se desplaza el doble de la longitud de la manivela.

2.10. Funcionamiento del mecanismo biela-manivela

El mecanismo Biela-Manivela, es el principal sistema del motor ya que a este se acoplan los demás sistemas del motor, consta de piezas móviles e inmóviles. Las piezas inmóviles son: cárter, culata, cilindro, bloque y las piezas móviles son: pistón, anillos, cigüeñal, volante y biela.

2.11. Componentes del mecanismo

Pistón

Es el que recibe la fuerza de la combustión, transmitiendo al cigüeñal por medio de la biela, en el van montados los anillos. Debe estar fabricado con presiones para qué ajuste adecuadamente en el cilindro, también debe ser de construcción robusta para que resista la fuerza de combustión.

(Ver figura 1, en sección de anexos)

Biela

La biela es la encargada de transmitir al cigüeñal la fuerza de empuje del pistón. En el pie de biela generalmente lleva un buje que une la biela al pistón por medio de un bulón. La cabeza de biela esta partida para facilitar su unión con el cigüeñal por intermedio de los cojinetes de fricción. Tiene que ser liviana y robusta, para que pueda resistir la fuerza de empuje del pistón. La biela se fabrica de acero al carbono o acero aleado de alta calidad el cual se somete a tratamiento térmico y tratamiento mecánico. La biela tiene tres funciones que cumplir:

- ♦ Sirve de unión entre el pistón y el cigüeñal.
- ♦ Transmite la fuerza del pistón al cigüeñal.
- ♦ Transforma el movimiento rectilíneo o de vaivén en movimiento rotativo del cigüeñal.

(Ver fig. 1, en sección de anexos)

Cigüeñal

Este tiene la función principal de transformar el movimiento alternativo del pistón en movimiento rotatorio, recibe la fuerza desarrollada por todos los pistones para mandarlas al volante del motor, la fuerza del pistón transmitida por la biela en un par de fuerzas creando un momento de giro.

Todo cigüeñal posee las siguientes partes: Muñones dispuestos en forma de línea para su apoyo en Bloque – Carter del motor y los muñones para los cojinetes de Biela. Ambos tipos de muñones están unidos por medio de los brazos del cigüeñal. Por el lado de la salida de fuerzas del cigüeñal está fijada la volante del motor y al lado contrario del cigüeñal están colocados los engranajes de accionamiento del árbol de levas; de la bomba de aceite, del distribuidor del encendido y el trinquete para hacer girar el cigüeñal y la correa de transmisión.

(Ver fig. 2, en sección de anexos)

Volante

Es una masa cilíndrica, equilibrada, ubicada en el extremo trasero del cigüeñal, la cual lleva una corona dentada puesta a presión o apernada, donde se acopla el motor de arranque para el impulso inicial del motor de combustión interna. Es un almacenador de energía, con la cual se salvan los tiempos de vacío del motor, los puntos muertos y se equilibran las oscilaciones en el número de revoluciones del motor. El cigüeñal y la volante deben estar equilibradas para que a altos números de revoluciones no se presenten vibraciones ni desequilibrio. Además, en la volante va montado el embrague del vehículo. Entre más cilindros o más rapidez tenga el motor más ligero será la volante del mismo.

En la mayoría de los motores de volante lleva unas marcas que sirven para determinar los puntos muertos de los cilindros del motor, para establecer el tiempo de suministro de combustible o el tiempo de encendido.

(Ver figura 2, en sección de anexos)

Capítulo 3: Descripciones del motor M16A

3.1. Descripción general del motor.

El motor es enfriado por agua, tiene 4 cilindros en línea, y es una unidad de ciclo de 4 tiempos que funciona con gasolina. Su mecanismo de válvulas es del tipo DOHC (doble árbol de levas en culata), está diseñado para la configuración de válvulas tipo “V” que consisten en 16 válvulas (4 válvulas por cilindro). El doble árbol de levas en culata está montado sobre la misma, es accionado desde el cigüeñal mediante la cadena de distribución, y el sistema de tren de válvulas no incluye varillas de empuje.

(Ver figura 3, en sección anexos)

3.2. Descripción de la lubricación del motor

La bomba de aceite es de tipo trocoidal y está montada en el cigüeñal. El aceite es aspirado a través del colador de la bomba de aceite y pasa por la bomba al filtro de aceite. El aceite filtrado fluye por 2 conductos hacia el bloque de cilindros.

El aceite llega por un conducto a los cojinetes transversales del cigüeñal. El aceite de los cojinetes transversales del cigüeñal se suministra a los cojinetes de las bielas mediante los conductos que se cruzan en el cigüeñal y a continuación se inyecta desde el extremo mayor de la biela para lubricar los pistones, los segmentos y las paredes de los cilindros.

El aceite sube hasta la culata por el otro conducto y después de pasar por los conductos internos de los árboles de levas lubrica las válvulas y las levas, etc.

La bomba de aceite incorpora una válvula de descarga de aceite. Esta válvula comienza a aliviarla presión de aceite cuando ésta excede un valor especificado.

(Ver figura 4, en sección anexos.)

3.3. Descripción del sistema de suministro de combustible

En los motores de combustión interna la energía térmica necesaria para realizar el trabajo mecánico, se obtiene como resultado de las reacciones químicas entre el combustible introducido al cilindro y el oxígeno del aire. El tiempo durante el cual transcurren estas reacciones en los motores rápidos y modernos es bastante limitado y constituye centésimas e incluso milésimas de segundo. La duración del proceso de preparación de la mezcla aire-combustible para las reacciones químicas depende del tipo de formación de la mezcla y del número de tiempos del ciclo en el motor.

El sistema de suministro de combustible consta de: depósito, conjunto de la bomba (con filtro incorporado y regulador de presión), tubo de descarga, inyectores y tubería de alimentación.

El combustible del depósito se bombea mediante la bomba de suministro, se envía al tubo de descarga y es dosificado por los inyectores. El conjunto de la bomba de combustible posee un filtro y un regulador de presión integrados. De este modo el combustible se filtra y la presión se regula antes de enviarse al tubo de alimentación.

El exceso de combustible resultante del proceso de regulación de la presión es devuelto al depósito de combustible. Asimismo, el vapor de combustible generado en el depósito pasa por el conducto de vapores hasta el recipiente de EVAP (Emisiones evaporativas).

Este motor sólo funciona con combustible sin plomo. El uso de combustible con plomo y/o bajo en plomo puede provocar daños en el motor y reducir la eficacia del sistema de control de emisiones.

(Ver figura 5, en sección anexos)

3.4. Descripción del sistema de escape

El sistema de escape está compuesto por un colector de escape, un convertidor catalítico de tres vías (TWC) en una caja de catalizador, tubos de escape, un silenciador y sellos, junta, etc.

El convertidor catalítico de tres vías es un dispositivo de control de emisiones incorporado en el sistema de escape para disminuir la cantidad de hidrocarburos (HC), de monóxido de carbono (CO) y de óxidos de nitrógeno (NOx) contaminantes, emitidos en los gases de escape.

(Ver figura 6, en sección anexos.)

3.5. Sensor MAF (Sensor de masa del flujo de aire)

El sensor MAF está diseñado para medir el flujo de aire que ingresa al motor, este dato viaja hasta el PCM (Modulo de control de potencia) por medio de un cable el cual envía una señal de voltaje que cambia de acuerdo al flujo.

En algunos sensores MAF la señal entregada es una corriente pulsante de frecuencia variable.

El sensor MAF mayormente difundido es el llamado Sensor MAF por hilo caliente.

Funcionamiento del sensor MAF

En este sensor, internamente funciona mediante un hilo muy fino metálico el cual se encuentra a muy alta temperatura, en el momento que comienza a entrar aire el aire enfría este hilo y las cargas cambiantes de aire causan un efecto diferente sobre la temperatura del hilo, entonces todo el circuito que maneja el tema del calentamiento del hilo generara una señal de voltaje de acuerdo a que tanto es enfriado.

Esto se encuentra incorporado dentro del sensor, el cual va ubicado en el sistema de admisión del vehículo, lo más próximo al filtro de aire del motor.

Internamente existe un circuito que permanentemente monitorea los cambios de temperatura del hilo por medio de un transductor eléctrico, esto dentro del sensor.

Fallas típicas del sensor MAF

El más fiable y temprano síntoma de un fallo de un MAF es cuando se ilumina la luz del motor en el panel de instrumentos. Existen muchos tipos de problemas que pueden provocar que esta luz se encienda, por lo que debes tener el análisis de la computadora de tu coche para ver si la luz está relacionada con el sensor de masa de aire.

Debido a que el MAF es fundamental para mantener el equilibrio adecuado de aire y combustible dentro del motor, un fallo del MAF puede causar una serie de problemas en el rendimiento del motor. Estos pueden incluir un alto consumo de combustible, sacudidas, ahogos, sonidos de golpeteos metálicos. Otros problemas comunes del coche también pueden provocar estos síntomas, por lo que no son señales inequívocas de que el MAF está fallando. Estos síntomas pueden aparecer, sin embargo, antes de que el MAF falle hasta el punto de ser registrado por la luz de revisión del motor.

A veces, el MAF comenzará a funcionar mal debido a que se encuentra sucio. Aunque el aire que pasa a través de la MAF es filtrado, aun así, hay partículas microscópicas que logran pasar y acumularse en el sensor. La mayor parte del tiempo, esta acumulación no será lo suficientemente importante como para afectar el MAF, pero la acumulación severa puede causar interferencias. En estos casos, puede ser posible restablecer la funcionalidad completa mediante la remoción y limpieza de la mugre.

(Ver figura 7, en sección anexos.)

3.6. Sensor IAT (Sensor de temperatura del aire de admisión)

El sensor de temperatura del aire de admisión conocido por IAT por sus siglas en inglés (Intake Air Temperature) tiene como función, como su nombre lo indica, medir la temperatura del aire. Se puede ajustar así la mezcla con mayor precisión, si bien este sensor es de los que tiene menor incidencia en la realización de la mezcla igualmente su mal funcionamiento acarreará fallas en el motor.

Posee una resistencia que aumenta proporcionalmente al aumento de la temperatura del aire.

Está situado en el ducto plástico de la admisión del aire, pudiéndose encontrar dentro o fuera del filtro de aire.

Funcionamiento del sensor IAT

El sensor de temperatura del aire de admisión permite a la computadora corregir el tiempo de inyección con base en la densidad del aire que entra en la cámara de combustión. Dependiendo de la temperatura del aire, será la cantidad de oxígeno que entra y la computadora tiene que regular la cantidad de gasolina para corregir el punto estequiométrico.

De la señal de voltaje del sensor de temperatura, la PCM (Modulo de control de potencia) sabe la temperatura. A medida que la temperatura del sensor se calienta, la señal de tensión disminuye. La disminución de la tensión es causada por la disminución de la resistencia. El cambio en la resistencia hace que la señal de tensión caiga.

El sensor de temperatura se conecta en serie a una resistencia de valor fijo. El ECM (Modulo de control del motor) suministra 5 voltios para el circuito y mide la variación de voltaje entre la resistencia de valor fijo y el sensor de temperatura.

Cuando el sensor está frío, la resistencia y señal de tensión del sensor son altas. A medida que el sensor se calienta, disminuye la resistencia y tensión de la señal. De dicha señal de tensión, el ECM (Modulo de control del motor) puede determinar la temperatura del aire de admisión.

Fallas típicas del sensor IAT

Los problemas en el colector de admisión pueden provocar que el sensor de temperatura de aire falle. Su problema y la contaminación de carbón o de aceite dentro del colector de admisión pueden cubrir la punta del sensor. Esto hará que el sensor responda menos a cambios repentinos de calor.

Las conexiones eléctricas que fallen también pueden molestar al sensor de temperatura de aire, que perderá o tendrá conexiones pobres desajustando la salida del sensor. Los cables se pueden dañar entre el sensor de temperatura de aire y el módulo de control de potencia (PCM, por su nombre en inglés).

Si el sensor IAT falla provoca lo siguiente: encendido pobre con el motor frío, se enciende la luz “check engine” en el tablero de instrumento, alto consumo de combustible y pérdida de potencia del motor.

(Ver figura 7, en sección anexos.)

Capítulo 4. Problemas que afectan a algunos elementos del motor.

4.1. Problemas.

- ♦ Pérdida de compresión en los cilindros del motor
- ♦ Aumento del consumo de combustible.
- ♦ Pérdida de potencia del motor por conductos obstruidos.
- ♦ Aumento en las emisiones de gases contaminantes.
- ♦ Excesiva inyección del combustible

Se hará énfasis en la excesiva inyección del combustible, la cual se produce por falta de oxígeno en la cámara de combustión, el oxígeno es quemado totalmente durante el periodo de combustión directa, cuando la inyección es normal, pero cuando hay un exceso de inyección de combustible, no puede mezclarse con el aire y se calcina por el alto calor. El combustible sin quemar se transforma en carbón y es este carbón el que produce humo negro.

Formación de elementos tóxicos en los productos de combustión

Conjuntamente con la existencia de los principales componentes en los productos de la combustión se forman también otros componentes en pequeñas cantidades. Su presencia se debe a la combustión incompleta de la mezcla aire-combustible y a las reacciones colaterales que transcurren durante el proceso de oxidación a alta temperatura. Entre estos componentes figuran el monóxido de carbono (CO), que se localiza en los productos de combustión incluso con exceso de aire, óxidos de nitrógeno, que representan una mezcla de diferentes óxidos (NO, NO₂ y otros), entre los cuales los más tóxicos son el NO₂ y su polímero N₂O₄¹; los hidrocarburos C_xH_u, que son un grupo considerable de diferentes uniones de hidrocarburos que no han reaccionado y partículas de carbonilla- filtración dura, compuesta fundamentalmente de carbono (C) sólido.

Los mencionados componentes una vez que se expulsan del cilindro del motor, conjuntamente con los gases de escape, contaminan el medio ambiente, perjudicando a la salud del hombre. Por eso, últimamente se presta especial atención a la neutralización de los gases de escape que se expulsan a la atmosfera. Entre los componentes tóxicos de los productos de combustión figuran también los óxidos de plomo que se forman al quemar la gasolina etilada.

La naturaleza de la formación de los componentes indicados en el proceso de combustión es variada. Los componentes CO, C_xH_y , los aldehídos y la carbonilla aparecen como resultado de la combustión incompleta y de la descomposición térmica de los hidrocarburos, incluso cuando hay exceso de oxígeno. La cantidad de dichos componentes depende del carácter de como transcurren las reacciones químicas intermedias.

El monóxido de carbono se forma relativamente en grandes cantidades en los motores de encendido por chispa al trabajar con mezcla enriquecida.

El contenido de los hidrocarburos C_xH_y en los productos de la combustión se origina en las zonas cercanas a las paredes de la cámara de combustión, donde como resultado del contacto de la carga con las paredes, que poseen temperaturas relativamente bajas, tiene lugar el apagado de la llama.

En una serie de países se han establecido normas límites para el contenido de ciertos componentes tóxicos en los productos de combustión. Debido al crecimiento del parque automotor que se encuentra en servicio, estas normas periódicamente se hacen más rígidas.

4.2. Concepto de carbonilla u hollín

Son las partículas sólidas de tamaño muy pequeño en su mayoría compuestas de carbono impuro, pulverizado y generalmente de colores oscuros más bien negruzcos resultantes de la combustión incompleta del combustible. Su aspecto es similar a la ceniza, pero con un tono más negro.

La carbonilla, que está compuesta fundamentalmente de carbono, se forma como resultado de la desintegración de las moléculas de hidrocarburos siendo insuficiente el oxígeno.

(Ver fig.8, en sección de anexos)

4.3. Afectación de la carbonilla en los motores de combustión interna

El motor de los vehículos, necesita quemar combustible en la cámara de combustión para generar movimiento, es importante tener en cuenta que, de cada litro de combustible quemado, solo un 25% genera el movimiento, el otro 75% restante se convierte en calor, gases contaminantes y residuos sólidos (carbonilla).

Los residuos que se generan, derivados de una combustión incompleta, se van acumulando poco a poco en todo el circuito del motor, primero en los elementos que están en contacto con la zona donde se quema del combustible, que es dentro de la cámara de combustión de cada cilindro del motor.

Luego los residuos comienzan a depositarse fuera de la propia cámara de combustión, se van depositando por todos los elementos que componen la admisión y el escape, tales como válvulas de admisión y de escape, filtro de partículas FAP, catalizador, generándose así un proceso que podría ser comparado a los efectos que produce el colesterol en las arterias del corazón, una obstrucción de los conductos que provoca la pérdida progresiva de prestaciones, pérdida potencia del motor, pérdida de la compresión del motor, aumento del consumo de combustible, averías costosas, aumento en las emisiones de gases contaminantes, etc.

La cámara de combustión es la génesis de nuestro motor, en ella se quema el combustible y se genera la potencia que permitirá desplazarnos. Pero también es el punto caliente de la generación de los residuos sólidos resultantes de la combustión.

En el interior del motor, en la cámara de combustión y en los elementos que interactúan directamente con ella, las acumulaciones de décimas de milímetros de los residuos (carbonilla) afectan e interfieren a su eficacia, es la gran diferencia respecto a la acumulación de residuos sólidos en los sistemas externos del motor, como los de admisión y el escape.

En los sistemas externos a la cámara de combustión, se pueden dar casos en que los residuos derivados por la combustión superen en algunas zonas un grosor de 1.5 cm, hasta que manifieste un error en el cuadro de mandos.

Sin embargo, ese mismo grosor en la cámara de combustión, haría que el motor se rompiera de inmediato. Podemos citar como ejemplo, que en la cámara de combustión solo unas décimas de residuos en el asiento de una válvula, son suficientes para empezar a perder prestaciones debido a la pérdida de compresión, lo que conlleva además que el motor gire descompensado.

Capítulo 5. Descarbonización en los motores de combustión interna.

5.1. Concepto.

La descarbonización es el proceso donde se remueve el carbono residual o carbonilla que se aloja en el motor, producto de una combustión incompleta del combustible, lo que provoca la obstrucción de los conductos y cámara de combustión, haciendo que el motor disminuya su eficiencia y se incremente la emisión de gases de combustión fuera de los rangos establecidos por el ministerio de transporte e infraestructura (MTI).

5.2. Métodos tradicionales

Hay varios métodos utilizados en los talleres de mecánica automotriz para la descarbonización en los motores de combustión interna, el más tradicional, consiste en el desmontaje de la cabeza de cilindros del motor (culata) y a continuación se describe el procedimiento para su desmontaje:

- Primero se desmonta la tapa de válvulas.
- Luego se retiran de la cabeza de cilindros los múltiples de admisión y de escape.
- Se desmonta los engranajes del árbol de levas con el fin de retirar el mando de transmisión del motor.
- Se retira el eje de balancines en caso que utilice.
- Se desmonta de la cabeza de los cilindros todos los elementos o piezas unidas a ella, ya sea distribuidor, tuberías de refrigerantes, bobinas de encendido, termostato, sensores, etc.
- Por último, se afloja y se retira los pernos que sujeten a la cabeza de cilindros, retirando así la misma del bloque del motor.

Una vez desmontada la cabeza de cilindros del bloque del motor se prosigue a:

- Retirar las válvulas de admisión y de escape.
- Luego con un cepillo metálico ajustado a un taladro de mano se limpian las cámaras de combustión, bujías de encendido, válvulas de escape y de admisión, la corona de los pistones y las superficies de contacto entre el bloque de motor y la cabeza de cilindros, finalizando así el proceso de descarbonización.

En este método el dueño del automotor tiene que comprar la junta hermética de la cabeza de cilindros, el empaque de la tapa de válvula, sellos de válvula (si lo amerita), lo cual le genera un gasto adicional. Por otra parte, la realización de este método puede durar al menos un día dependiendo del tipo de motor y el nivel de conocimiento del mecánico automotriz a cargo del trabajo. Cabe recalcar que a la hora de la limpieza existe un contacto entre metales lo cual provoca un leve arranque de virutas en las piezas desgastando así su vida útil.

Este método se limita a limpiar solamente las piezas antes mencionadas.

Otro de los métodos que se encuentran es el método químico utilizando agua oxigenada. En este método no se desmonta la cabeza de cilindro como el método tradicional anterior; solamente se compra un litro de agua oxigenada (Peróxido de hidrogeno) en un frasco con aplicador espray.

Una vez que el motor se encuentra operando a su temperatura de funcionamiento, se procede a retirar el depurador de aire del conducto de admisión. El motor tiene que estar acelerado entre unos 1,300- 3000 rpm para poder agregar de manera atomizada el agua oxigenada en la garganta de admisión. Seguir con este procedimiento hasta agotar el litro de agua oxigenada. A veces conviene dejar de aplicar el peróxido a ratos para que el motor recobre buen funcionamiento y temperatura.

Este es uno de los métodos en el cual no se han encontrado estudios relevantes que demuestren la limpieza del motor o mejoramiento en algunos aspectos técnicos del motor.

Los costos por los métodos tradicionales son elevados al tomar en cuenta los repuestos que se tienen que comprar sumado a la mano de obra. Un afinamiento menor y la descarbonización por dicho método se cotiza en:

Repuestos			
Cantidad	Descripción	Precio C\$	Total C\$
1	Jgo. Emp. d/motor	2,050.48	2,050.48
16	Sello de válvula	84.54	1,352.64
4	Chispero d/encen	109.06	436.24
1	Filtro de aire	403.35	403.35
1	Filtro de aceite	264.28	264.28
1	Emp. para aceite	23.95	23.95
Total repuestos + IVA (15%)			5,210.58
Mano de obra			
Total de mano de obra			800
Total			6010.58

Tabla 1. Cotizaciones de repuestos para método tradicional.

(Ver fig. 9-10, en sección de anexos)

5.3. Máquina descarbonizadora a partir de generadores HHO para motores de combustión interna.

La máquina utiliza agua para producir hidrógeno que se aspira a través de la toma de aire, para mezclar con los motores de gasolina, Diésel o de gas. Sus costos operacionales y financieros son relativamente bajos; es una opción diferente y satisfactoria a los otros métodos tradicionales que se pueden estar utilizando. Con este tipo de maquina no es necesario desmontar la cabeza de cilindros para realizar la descarbonización.

Principio de funcionamiento

Una máquina Descarbonizadora a partir de generadores HHO (también llamado oxihidrogeno, gas de Brown) es una mezcla de hidrogeno biatómico y oxígeno en proporción 2:1 que utilizan el principio de electrolisis, una manera sencilla de producir hidrogeno, la cual consiste en la descomposición de agua en oxígeno e hidrogeno gas debido a una corriente eléctrica que pasa a través del agua.

Cuando el agua es sometida a electricidad (corriente directa), el agua tiene la propiedad de excitarse y separarse en sus elementos primarios hidrogeno y oxígeno. El hidrogeno y el oxígeno producido están ahora en su estado gaseoso derivado del agua líquida, lo cual se ha definido por otros como que los dos elementos se han separados uno del otro en su estado molecular biatómico.

El proceso es el siguiente, se inicia con agua destilada y un electrolito (hidróxido de potasio). Se añade corriente directa, el agua se separa dentro del generador en hidrogeno y oxígeno, nosotros le llamamos simplemente HHO.

Se introduce el gas oxihidrogeno al motor aprovechando el vacío del mismo. El HHO se combina con la gasolina o Diésel y el aire en las cámaras de combustión de cada pistón y se quema. Una vez quemado se convierte nuevamente en agua (H_2O). Ahora absorberá el calor interno del motor normalmente entre 180 y 205°C, convirtiéndose en vapor súper calentado. Entonces es empujado hacia afuera por

el mismo pistón durante la fase de escape y hacia la atmosfera a través del tubo de escape. En ese momento se condensa nuevamente en vapor de agua y posteriormente en agua líquida nuevamente, de forma tal, que se empezó con agua y se terminó con agua.

Características

- ♦ Construida completamente de acero inoxidable y empaques EPDM (elastómero, etileno, propileno y dieno) para una mayor durabilidad y resistencia.
- ♦ Producción máxima de 360 litros por horas de oxihidrogeno.
- ♦ Puede ser conectada a 110 o 220 voltios.
- ♦ Diseñada para la descarbonización de todos tipos de motores menores de 5000 CC.
- ♦ Tiempo de servicio: para las motos veinte minutos y vehículos sesenta minutos.
- ♦ Consumo máximo de agua: un litro de agua desmineralizada o destilada cada cinco horas de trabajo.
- ♦ Consumo máximo eléctrico: 1.2KW/h.

Modo de uso

El equipo de descarbonización es fácil de usar, rápido y autónomo. No se necesita desmontar ninguna parte del motor. En cuanto se refiere a la forma de usar el equipo, se trata simplemente de:

- Retirar el filtro de aire, luego encender el motor y esperar que este opere a su temperatura de funcionamiento (80-90°C).
- Con el motor encendido en mínimo y retirado el filtro, se introduce el tubo que suministra el gas oxihidrogeno en el conducto de admisión de aire del

motor. El tubo tiene que ir colocado después del sensor MAF para evitar lecturas erróneas de este y el aumento del flujo de másico.

- Conectar el toma corriente de la maquina descarbonizadora a una fuente que suministre el voltaje necesario.
- Encender el interruptor de la máquina.
- Dejar limpiando el motor el tiempo que sea necesario según las características antes mencionadas.
- Desconectar la máquina y retirar el tubo con el aporte del gas oxihidrogeno, solo después de apagar el motor.
- Desplazar al menos una hora en carretera abierta el vehículo una vez aplicado el proceso de descarbonización, con el fin de una mejor limpieza del catalizador.

(Ver fig. 11y 12. En sección de anexos)

El costo por utilizar la maquina descarbonizadora a base de generadores HHO es de \$20 por vehículo. Sin embargo, por ser una tecnología nueva en el país solo se encuentra actualmente en Granada, aunque se está trabajando en dar a conocer la tecnología y ampliar el mercado en Nicaragua.

Capítulo 6. Pruebas realizadas.

6.1. Pruebas de emisiones de gases

Las pruebas de emisiones de gases se realizan al vehículo para determinar las cantidades de gases que se están produciendo como son hidrocarburos, monóxido de carbono, dióxido de carbono.

Considerando que las emisiones de gases y partículas de los automotores generadas por los procesos de combustión, alteran el bienestar del ser humano y debido a su exposición en el medio ambiente, pueden alcanzar límites peligrosos para la salud, por tanto, los presidentes de Centro América suscribieron en 1994 la alianza centroamericana para el desarrollo sostenible, ante el creciente problema de la contaminación atmosférica a escala regional y mundial. Uno de los compromisos fue emitir en un plazo no mayor de un año los reglamentos para el control de la contaminación atmosférica por fuentes móviles, así como el establecimiento de sistemas para el monitoreo de la calidad del aire, con la participación de organismo del sector público y privado.

En 1996, la ley general del medio ambiente y los recursos naturales de Nicaragua, manda a emitir la reglamentación y en respuesta a este mandato se divulgo en fecha del 18 de Junio de 1997, el decreto 32-97, “Reglamento general para el control de emisiones de los vehículos automotores de Nicaragua”, y posteriormente reformándose a través de decretos 66-97, en él se crea la comisión interinstitucional de emisiones vehiculares, como instancia de coordinación del programa, la cual está integrada por representantes de varias instituciones gubernamentales y no gubernamentales. Posteriormente es respaldada con la aprobación de la ley 431.

Los resultados alcanzados tras años de implementación del programa de control de emisiones de gases vehiculares, y el avance de la tecnología ha permitido el mejoramiento de la flota vehicular de nuestro país, en lo que refiere a eficiencia energética (Consumo de combustible) y sistemas de control de emisiones

vehicular, su incidencia positiva reducen la contaminación hasta un 40% y estimaciones conservadoras indican que es muy factible un ahorro del 15% de combustible, gracias a los avances de las nuevas tecnologías.

Según investigaciones, un alto contenido de monóxido de carbono (CO) en el gas de escape y humo negro indica una combustión incompleta lo que significa un alto consumo de combustible, de manera que, si se ajusta el sistema de carburación y/o sistema de inyección para reducir las emisiones de CO y partículas, también significaría un ahorro de combustible y por ende la reducción de enfermedades perjudiciales para la salud humana.

El MTI (Ministerio de Transporte e Infraestructura) es el encargado de controlar los niveles de emisiones en cada vehículo y dar pase para una circulación libre del automotor cada vez que cumplan con los niveles permisibles máximos que a continuación se detallan en la siguiente tabla:

El artículo 21 del decreto 66-97 establece lo siguiente: Los vehículos nuevos o usados con motor a gasolina que, habiendo ingresado en el país de manera permanente, después del 1 de Julio de 1998, no deben emitir monóxido de carbono (CO) en cantidades superiores al 0.5% del volumen total de los gases, ni hidrocarburos (HC) en cantidades superiores a 125 ppm (partes por millón), ni dióxido de carbono (CO₂) en cantidades inferiores al 12% del volumen total de los gases.

Las mediciones de los gases anteriormente mencionados deberán realizarse dos veces consecutivas y en ninguna oportunidad serán sobrepasados los límites establecidos en este mismo inciso; además tales mediciones se realizarán siguiendo las especificaciones del fabricante del equipo de control de emisiones.

La primera medición se realizará con el motor funcionando a temperatura normal y en régimen de ralentí a no más de 1,000 RPM (revoluciones por minuto). La segunda medición se realizará con el motor funcionando a temperatura normal y

a una velocidad entre 2200 y 2700 RPM (revoluciones por minuto) con un período de espera de 15 segundos después de la aceleración para la toma de estas muestras. Los límites anteriores serán aplicables a todos los motores que se utilicen para reemplazarlos en vehículos que funcionen con combustible gasolina.

Vehículos que ingresaron al país antes de 01/01/99	Vehículos que ingresaron al país después de 01/01/99
CO: < 4.5%	CO: < 0.5%
HC: < 600 PPM	HC: <125 PPM
CO₂: > 10.5%	CO₂: >12%

Tabla 2. Muestra los valores establecidos de gases contaminantes para vehículos de gasolina

6.2. Prueba de compresión en los cilindros

Una buena compresión en cada cilindro de nuestro motor directamente optimiza la potencia generada en cada explosión, asegurándonos que en casi su totalidad la mezcla de aire-combustible va a hacer quemada. La presión de cada cilindro debe ser muy similar en todos los cilindros y coincidir con la especificada por el fabricante del motor. La diferencia de presión no debe ser superior al 10%.

Cuando un motor tiene problemas de compresión puede presentar alguno o varios de los siguientes síntomas:

- Es necesario acelerar más de lo normal para desplazarse (falta de potencia).
- Elevado consumo de combustible.
- Las revoluciones en ralentí son muy variables.
- Problemas de arranque.
- Se apaga constantemente

Las causas de una mala compresión se deben a que la cámara no tiene el sellado necesario y existen fugas por algún elemento de la cámara, por ejemplo:

- Acumulación de la carbonilla en los conductos.
- Agujero de la bujía: La bujía puede estar mal colocada, no apretada o el agujero y/o rosca pudiera estar dañado
- Válvulas: Una válvula dañada no permite un buen asentamiento en el orificio de la cabeza del motor, permitiendo fugas. Válvulas quemadas, desgastadas, con rasguños, dobladas pueden ser la causa. Así mismo resortes vencidos o dañados.
- Anillos del Pistón: Si los anillos del pistón están flojos en el pistón o en la camisa se presentan fugas.
- Junta de Cabeza: Una junta de cabeza dañada, mal apretada, mal asentada o mal seleccionada permitirá fugas.
- Cabeza dañada: Una cabeza de motor con grietas permitirá fugas.
- Bloque del motor: Si el bloque del motor presenta cuarteaduras en alguno de los cilindros entonces se presentan fugas.
- Mala sincronización: Si sincronización del motor no es la correcta pueden no asentar correctamente las válvulas o no hacerlo a tiempo, esto puede deberse a una banda de sincronización gastada o algún problema en este subsistema.

La técnica alternativa utilizada para la medición de la compresión es la siguiente:

 Medición de la compresión relativa por medio de la variación de la corriente del arranque.

La técnica consiste en evaluar la compresión relativa de los motores de combustión interna por medio de la medición de corriente de arranque con un sensor de corriente, el cual visualizara la corriente que consume por la compresión en cada cilindro en el arranque del motor.

Lo que se espera en un motor de combustión interna al estar bien de compresión, es que el consumo de corriente será mayor al momento del inicio del encendido debido a que el motor de arranque debe proporcionar mayor torque para hacer girar la volante del motor de combustión interna, por lo tanto, el motor de arranque exigirá mayor corriente de encendido y esta corriente será proporcional a la compresión del motor de combustión interna.

6.3. Diagnostico computarizado para motor a gasolina.

El equipo utilizado para realizar el diagnostico computarizado fue el BOSCH FSA 740.

Este equipo permite realizar pruebas de sensores, actuadores, simular señales, medir presiones y vacíos, realizar oscilogramas de encendido, y comparar, guardar e imprimir la información.

El equipo es la piedra angular del diagnóstico ya que la información que se obtiene al consultar la memoria de averías se comprueba mediante el FSA y se comparan los valores obtenidos con Esi tronic y Compact Soft Plus quienes indican los rangos, magnitudes y escalas de las unidades medidas. Todo con objeto de minimizar el error al realizar el diagnóstico y en el menor tiempo posible.

Dicho equipo de prueba FSA 740 ofrece a los talleres un sistema completo de diagnósticos vehiculares.

- El generador de señales: nuevo y disponible sólo en el FSA de Bosch. Permite probar los sensores o simular las señales generadas.
- Prueba de componentes: para la ubicación exacta de defectos, se utiliza la prueba de componentes del FSA recién desarrollada por Bosch. Son definidas la visualización y la tecnología de medición para el respectivo componente, que es entonces probado sin ser retirado. Con eso, se evita en muchos casos la sustitución dispendiosa, demorada e innecesaria de componentes.

- Prueba del motor: el módulo de medición del FSA, con una extensa gama de sensores, dispone de todas las funciones de los analizadores de motor convencionales para medir sus señales, tales como las de encendido primario y secundario, velocidad de rotación, sincronización del cilindro 1 y ajuste del momento del encendido.
- Diagnóstico de la unidad de comando: el equipo de prueba KTS 520 incluido en el sistema para diagnóstico de la unidad de comando, suministrado en el equipo, permite la lectura de las memorias de defectos en el sistema electrónico del vehículo, ubicándose así las causas del problema.
- La estructura modular del sistema también garantiza que el FSA pueda ser adaptado a los actuales sistemas de diagnóstico y expandido paso a paso para un sistema completo de pruebas en el taller.

El diagnóstico computarizado KTS gasolina refleja los siguientes datos: presión de tubo aspiración, flujo de la masa de aire, temperatura del aire de aspiración y margen de servicio de algunos sensores del motor. Los sensores generalmente estudiados aquí son el MAF (sensor de masa de flujo de aire), MAP (sensor de presión absoluta), IAT (sensor de temperatura de aire de admisión).

6.4. Prueba de consumo del combustible.

Para determinar cuánto combustible consume el motor en las áreas urbanas se utiliza un proceso sencillo, el cual consta de los siguientes procedimientos:

- Revisar el nivel de presión de los neumáticos, estos deben estar ajustado a los datos proporcionados por el fabricante en el manual de usuario.
- Llenar en su totalidad el tanque de combustible
- Anotar el kilometraje que presenta el vehículo en el preciso momento en que se está llenando de combustible el tanque.

- Desplazar el automóvil un cierto kilometraje para que el nivel de combustible descienda en el tanque de combustible.
- Una vez realizado el proceso anterior, se procede a llenar nuevamente el tanque de combustible y se toman los datos del kilometraje actual. También se anota el valor en litros de combustible que se le fue suministrado en esta ocasión al tanque.
- Una vez obtenido estos datos se utilizan las siguientes fórmulas para determinar el consumo de combustible:

$$Km\ recorrido = km\ actual - km\ anterior$$

$$consumo = \left(\frac{km\ recorrido}{valor\ en\ litros\ de\ combustible} \right) * 3.785 \frac{litros}{galón}$$

Para una excelente prueba de consumo de combustible la velocidad máxima que debe alcanzar el vehículo es de 90 km/h y no menos de 40 km/h.

Capítulo 7. Análisis de los resultados obtenidos

7.1. Emisiones de gases.

Análisis de los resultados antes de la descarbonización del motor (Auto cool)

Resultados de emisiones de gases (Auto Cool)				
	Marca: Suzuki	Modelo: SX4	Motor: M16A	
	Resultados Marcha mínima	Espec. Marcha mínima	Resultados Veloc. Alta	Espec. Velocidad Alta
HC-ppm	386	125	148	125
CO-%	0.54	0.5	0.56	0.5
CO2-%	13.49	12	13.77	12
RPM	0		0	

Tabla 3. Refleja los resultados de las emisiones de gases antes del descarbonado

(Ver fig. 13, en sección de anexos)

El resultado en marcha mínima de los hidrocarburos excede en 261 partes por millón a la especificación en marcha mínima establecida (125 ppm), por lo tanto, en marcha mínima el valor de los hidrocarburos en partes por millón es rechazado.

En velocidad alto o crucero los hidrocarburos exceden a 23 partes por millón a la del valor establecido para dicha marcha (125 ppm), por lo cual, no cumple para ser aprobado.

El monóxido de carbono en marcha mínima indica que es cuatro décimas mayores a la especificación establecida en dicha marcha (0.5%), por lo cual en este caso no se cumple con la condición de aprobación.

En el resultado de velocidad alta o crucero el monóxido de carbono es seis décimas más alto que el valor especificado para esta velocidad (0.5%), por consiguiente, no es aprobado.

En el caso del dióxido de carbono en marcha mínima resulta ser mayor 1.49% del valor establecido en la especificación de esta marcha (12%), por tal razón cumple con la condición de aprobación.

En velocidad alta o velocidad crucero el dióxido de carbono resulta ser 1.77% más de la especificación de esta velocidad (12%), por lo cual cumple la condición de aprobación.

Análisis de los resultados antes de la descarbonización al motor (Fundación La Salle)

Resultados de emisiones de gases (Fundación La Salle)				
Marca: Suzuki Modelo: SX4Motor: M16A				
	Resultados Marcha mínima	Espec. Marcha mínima	Resultados Veloc. Alta	Espec. Velocidad Alta
HC-ppm	279	125	274	125
CO-%	0.2	0.5	0.54	0.5
CO2-%	14.3	12	14.7	12
RPM	756		2405	

Tabla 4. Muestra los resultados de la prueba de emisión antes del descarbonado

(Ver fig.14, en sección de anexos)

El resultado en marcha mínima (756 RPM) de los hidrocarburos excede en 154 partes por millón a la especificación en marcha mínima establecida (125 ppm), por lo tanto, en marcha mínima el valor de los Hidrocarburos en partes por millón es rechazado.

El resultado de velocidad alta o velocidad crucero (2,495 RPM) de los hidrocarburos excede en 149 partes por millón la especificación en velocidad alta establecida (125 ppm), por consiguiente, en velocidad alta el valor de los Hidrocarburos en partes por millón es rechazado.

El monóxido de carbono en marcha mínima (756 RPM) indica que es tres décimas menores a la especificación establecida en dicha marcha (0.5%), por lo cual en este caso no se cumple con la condición de aprobación.

En velocidad alta o velocidad crucero (2,405 RPM) el monóxido de carbono nos indica que es mayor por 4 centésimas a la especificación de velocidad alta establecida (0.5%), por lo tanto, en este caso no cumple con la condición para su aprobación.

En el caso del dióxido de carbono en marcha mínima (756 RPM) resulta ser mayor 2.3% del valor establecido en la especificación de esta marcha (12%), por tal razón cumple con la condición de aprobación.

En velocidad alta o velocidad crucero (2,405 RPM) el dióxido de carbono resulta ser 2.7% más de la especificación de esta velocidad (12%), por lo cual cumple la condición de aprobación.

El resultado en velocidad alta o velocidad crucero (2,405 RPM) del dióxido de Carbono resulta ser 2.7% mayor del valor establecido en la especificación de velocidad alta establecida (12%), por lo tanto, cumple con la condición de aprobación.

Análisis de los resultados después de descarbonización del motor (Autocool)

Resultados de emisiones de gases (Auto Cool)				
	Marca: Suzuki	Modelo: SX4	Motor: M16A	
	Resultados Marcha mínima	Espec. Marcha mínima	Resultados Veloc. Alta	Espec. Velocidad Alta
HC-ppm	186	125	131	125
CO-%	0.15	0.5	0.58	0.5
CO2-%	14.27	12	13.87	12
RPM	0		0	

Tabla 5. Refleja los valores obtenidos de la emisión de gases después de la descarbonización

(Ver fig.15, en sección de anexos)

El resultado en marcha mínima de los hidrocarburos excede en 61 partes por millón a la especificación en marcha mínima establecida (125 ppm), por lo tanto, en marcha mínima el valor de los hidrocarburos en partes por millón es rechazado.

En velocidad alto o crucero los hidrocarburos exceden en 6 partes por millón a la del valor establecido para dicha marcha (125 ppm), por lo cual, no cumple para ser aprobado.

El monóxido de carbono en marcha mínima indica que es treinta y cinco décimas menores a la especificación establecida en dicha marcha (0.5%), por lo cual en este caso si cumple con la condición de aprobación.

En el resultado de velocidad alta o crucero (0 RPM) el monóxido de carbono es ocho décimas más alto que el valor especificado para esta velocidad (0.5%), por consiguiente, no es aprobado.

En el caso del dióxido de carbono en marcha mínima resulta ser mayor 2.27% del valor establecido en la especificación de esta marcha (12%), por tal razón cumple con la condición de aprobación.

Análisis de los resultados después de la descarbonización del motor (Fundación La Salle)

Resultados de emisiones de gases (Fundación La Salle)				
	Marca: Suzuki	Modelo: SX4	Motor: M16A	
	Resultados Marcha mínima	Espec. Marcha mínima	Resultados Veloc. Alta	Espec. Velocidad Alta
HC-ppm	27	125	5	125
CO-%	0.06	0.5	0.03	0.5
CO2-%	14.86	12	15.63	12
RPM	820		2375	

Tabla 6. Muestra los resultados de la prueba de emisión de gases después del descarbonado

(Ver fig16. en sección de anexos)

El resultado en marcha mínima (820 RPM) de los hidrocarburos es de 98 partes por millón de bajo de la especificación en marcha mínima establecida (125 ppm), por lo tanto, en marcha mínima el valor de los hidrocarburos en partes por millón es aprobado.

El resultado de velocidad alta o velocidad crucero (2,375 RPM) de los hidrocarburos es de 120 partes por millón menor que la especificación en velocidad alta establecida (125 ppm), por consiguiente, en velocidad alta el valor de los hidrocarburos en partes por millón es aprobado.

El monóxido de carbono en marcha mínima (756 RPM) indica que es de menor a la especificación establecida en dicha marcha (0.5%), por lo cual en este caso no se cumple con la condición de aprobación.

En velocidad alta o velocidad crucero (2,405 RPM) el monóxido de carbono nos indica que es mayor por 4 centésimas a la especificación de velocidad alta establecida (0.5%), por lo tanto, en este caso no cumple con la condición para su aprobación.

En el caso del dióxido de carbono en marcha mínima (756 RPM) resulta ser mayor 2.3% del valor establecido en la especificación de esta marcha (12%), por tal razón cumple con la condición de aprobación.

El resultado en velocidad alta o velocidad crucero (2,405 RPM) del dióxido de Carbono resulta ser 2.7% mayor del valor establecido en la especificación de velocidad alta establecida (12%), por lo tanto, cumple con la condición de aprobación.

En los resultados de ambas pruebas después de la descarbonización se logra observar la reducción de las emisiones de gases, lo que significa que el método de descarbonización a partir de generadores HHO es efectivo.

- **Reducción de las emisiones de gases (Autocool)**

Vehículo SUZUKI SX4			
Tipo de emisión	Antes	Después del proceso de descarbonización	Reducción de emisiones.
HC-ppm	386	186	52%
CO-%	0.54	0.15	72%
CO2-%	13.49	13.87	-6%

Tabla 7. Se muestran los valores comparativos antes y después del descarbonado

- **Reducción de las emisiones de gases (Fundación La Salle)**

Vehículo SUZUKI SX4			
Tipo de emisión	Antes	Después del proceso de descarbonización	Reducción de emisiones.
HC-ppm	279	27	90%
CO-%	0.2	0.06	70.00%
CO2-%	14.3	14.86	-4.00%

Tabla 8. Refleja la comparación entre los datos obtenidos antes y después de la descarbonización

A continuación, se muestra la siguiente tabla comparativa donde se reflejan las reducciones de emisiones realizadas en los distintos centros.

Tabla comparativa (Reducción de emisiones)		
	Autocool	Fundación La Salle
HC	51%	90%
CO	72.22%	70%
CO2	-5.70%	-4%

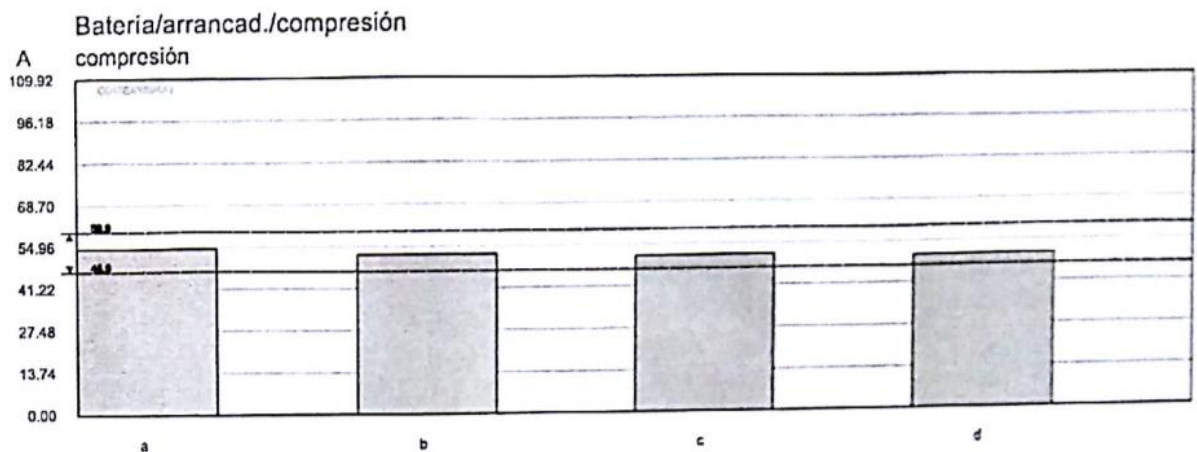
Tabla 9. Tabla comparativa de reducciones de emisión de gases

Los resultados obtenidos en la tabla comparativa demuestran que la aplicación del proceso de descarbonización utilizando un generador HHO si reducen las emisiones de gases contaminantes.

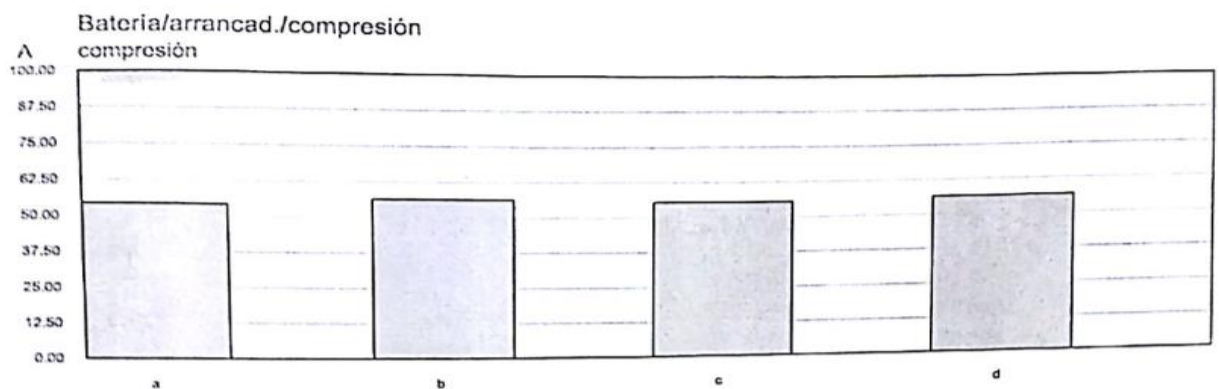
7.2. Prueba de compresión

✚ Análisis de los resultados de la prueba de compresión de los cilindros

La prueba realizada antes del descarbonado refleja descompresión en los cilindros siendo el más bajo el (c) y (d) a como se muestra en la imagen.



La prueba después del descarbonado demuestra un emparejamiento en la compresión de los cilindros. Los más notable fueron los cilindros (c) y (d).



Al igualarse la relación de compresión en los cilindros se restablecen la potencia y el torque del motor, lo que demuestra la efectividad del proceso de descarbonización utilizando un generador HHO.

7.3. Diagnostico computarizado gasolina

Análisis de los resultados del Diagnostico computarizado gasolina

El diagnostico se realizó antes y después de la descarbonización, refleja valores de presión altimétrica, medidor de flujo de aire, tensión de la batería y otra serie de cosas. En las tablas siguientes se presentan los resultados de dichas mediciones.

▪ **Valores de las mediciones antes de la descarbonización**

Datos medidos	Valores reales	Unidad
Presión altimétrica	100	KPa
Medidor de la masa de aire	1.96	g/s
Temperatura del aire de aspiración	49	°C

Tabla 10. Valores medidos antes de la descarbonización

▪ **Valores de las mediciones después de la descarbonización**

Datos medidos	Valores reales	Unidad
Tensión de la batería	13.45	V
Numero de revoluciones del motor	842	1/mi
Presión altimétrica	100	KPa
Medidor de la masa de aire	2.94	g/s
Temperatura del aire de aspiración	49	°C

Tabla 11. Valores medidos después de la descarbonización

Interpretación de los resultados mostrados en las tablas anteriores.

La presión altimétrica es la presión atmosférica, los 100 Kpa equivalen a 1 atmosfera.

El medidor de la masa de aire es el sensor MAF quien se encarga de medir el flujo másico del aire en g/s. Esta medición se realiza en el régimen de ralentí especificado, sin carga después de calentar el motor, sus valores deben de

permanecer en el siguiente intervalo: 1.0 a 4.0 g/s. En ambos resultados los valores obtenidos se encuentran en dicho intervalo.

En el segundo diagnóstico computarizado que se realizó después del proceso de descarbonización se logra observar un aumento en el flujo másico del aire que entra en la tubería de admisión siendo este de 0.98 g/s más que el resultado anterior. Esto significa que los conductos de admisión se limpiaron durante el proceso de descarbonización.

El diagnóstico que se realizó antes y después de descarbonizar el motor reflejo un DTC (Código de diagnóstico técnico) en la memoria de averías.

P0340	Sensor de posición del árbol de levas	Fuera del margen de servicio
--------------	--	-------------------------------------

El código P0340, está relacionado al sensor de posición de árbol de levas, sin embargo, no es el único código que involucra a este sensor por lo cual se necesitara más información de este código y del sensor en sí.

El sensor de posición del árbol de levas es un dispositivo electrónico utilizado en un motor para registrar la velocidad a la que el árbol de levas está girando. Esta información es utilizada por el módulo de control del motor (ECM) para controlar el encendido y la inyección de combustible. El sensor de posición del árbol de levas detecta la retracción del árbol de levas (admisión) para identificar un cilindro particular. El sensor de posición del árbol de levas detecta la posición del pistón. El sistema de sensor se compone de una pieza giratoria, típicamente un disco, así como una parte estática, el sensor real.

Este sensor reacciona a una rueda dentada del árbol de levas, lo que da la información constante a la unidad de control de motor (ECU) de su velocidad y posición. También, monitorea a la computadora, la posición exacta de las válvulas,

opera como Hall- effect switch, esto permite que la bobina de encendido genere la chispa de alta tensión.

No es probable que un sensor de posición del árbol de levas averiado cause que el vehículo no arranque, ya que este sensor concreto solo temporiza los impulsos del inyector. Cuando este sensor se desconecta, el punto en el que el inyector se enciende puede verse en turno, ofreciendo un punto incorrecto en el que el combustible se distribuye detrás de la válvula de admisión.

Las características de una forma de onda de sensor inductivo del árbol de levas en buen estado es una onda sinusoidal que aumenta en magnitud al aumentar el régimen del motor y ofrece una señal por cada 720° de giro del cigüeñal (360° de giro del árbol de levas)

La señal más común cuando falla el sensor del árbol de levas es la luz indicadora del motor (check engine light) encendida. Además, de que el vehículo puede presentar fallas al correr, consumo excesivo de combustible, marcha mínima inestable, humo negro saliendo del escape y tardar al encender.

Cuando la luz indicadora del motor se enciende y el vehículo presenta además otras fallas que advierten que el sensor del árbol de levas puede estar fallando se presenta el siguiente código:

P0340: circuito del sensor de la posición del árbol de levas (en inglés Camshaft Position Sensor Circuit). Lo que advierte que el impulso del sensor de posición CMP no coincide con las especificaciones.

Es necesario que para la verificación del sensor no se utilice el motor de arranque sino se le dé vuelta manualmente a la polea del cigüeñal ya que al utilizar el motor en la prueba el multímetro no dará un resultado confiable.

También es necesario desactivar el sistema de combustible para que la computadora no inyecte combustible durante la prueba del sensor, esto se logra desconectando la conexión del inyector.

7.4. Consumo del combustible

Datos del vehículo obtenidos antes del proceso de descarbonización:

Kilometraje actual: 124,746 Km.

Kilometraje anterior: 124,516 Km.

Aplicando la formula No.

$$km\ recorrido = km\ actual - km\ anterior$$

$$km\ recorrido = 124,746\ Km - 124,516\ Km$$

$$km\ recorrido = 185\ Km$$

La cantidad en litros de combustible es de 15.55 litros, entonces utilizando la formula:

$$consumo = \left(\frac{km\ recorrido}{valor\ en\ litros\ de\ combustible} \right) * 3.785 \frac{litros}{galón}$$

$$consumo = \left(\frac{185Km}{15.55\ Litros} \right) * 3.785 \frac{litros}{galón}$$

$$consumo = 45 \frac{Km}{gal}$$

Datos del vehículo obtenidos después del proceso de descarbonización:

Kilometraje actual: 125,340 Km

Kilometraje anterior: 125,273 Km.

Aplicando la fórmula:

$$km\ recorrido = km\ actual - km\ anterior$$

$$km \text{ recorrido} = 125,340 \text{ Km} - 125,273 \text{ Km}$$

$$km \text{ recorrido} = 67 \text{ Km}$$

La cantidad en litros de combustible es de 5.3 litros, entonces utilizando la formula:

$$consumo = \left(\frac{km \text{ recorrido}}{\text{valor en litros de combustible}} \right) * 3.785 \frac{\text{litros}}{\text{galón}}$$

$$consumo = \left(\frac{67 \text{ Km}}{5.3 \text{ litros}} \right) * 3.785 \frac{\text{litros}}{\text{galón}}$$

$$consumo = 48 \frac{\text{Km}}{\text{gal}}$$

El porcentaje de ahorro de combustible que se obtuvo fue de un 7%.

$$ahorro = \frac{\text{valor actual} - \text{valor anterior}}{\text{valor anterior}} * 100\%$$

$$ahorro = \frac{48 - 45}{45} = 0.066 * 100\% = 6.66 \approx 7\%$$

A como se puede observar el valor del kilometraje por galón de combustible aumento, esto significa que hubo una disminución en el consumo de combustible después de la descarbonización utilizando un generador HHO.

Conclusiones

El proceso de descarbonización utilizando un generador HHO se realizó con éxito en el motor M16A. Por tanto, se definieron los procedimientos a seguir para el descarbonado en los motores de combustión interna a partir de un generador HHO.

Se comparó resultados mediante unas graficas de las pruebas de compresión obtenidas del diagnóstico técnico computarizado realizado antes y después del proceso lográndose un emparejamiento en los cilindros después del descarbonado.

Se analizó los resultados de las pruebas de emisiones de gases antes y después del descarbonado y se observa un buen porcentaje de reducción de los gases contaminantes. Además, se obtuvo un aumento del flujo másico del aire y una disminución en el consumo de combustible. El proceso es libre de químicos, fácil y sencillo de aplicar al motor.

Recomendaciones.

- ✚ Tomar el proceso de descarbonización como un mantenimiento habitual al motor realizándolo cada 10,000 Km para evitar acumulación de la carbonilla y posibles fallos al vehículo.
- ✚ Seguir todas las indicaciones necesarias al aplicar el proceso de descarbonización a un motor con la maquina a base de generadores HHO.
- ✚ Respetar los tiempos de servicios recomendados, para motos 20 min y para vehículos 60 min garantizando una óptima limpieza.
- ✚ Para optimizar aún más el proceso es necesario un mantenimiento técnico preventivo al motor.

Bibliografía

Altereco21. (s.f.). *Altereco21*. Obtenido de <http://altereco21.org/>

Autored. (s.f.). Obtenido de

http://www.autored.mx/index.php?option=com_content&id=414:ique-es-el-sensor-maf-y-para-que-sirve&catid=3:noticias&Itemid=16

eHOW. (s.f.). Obtenido de http://www.ehowenespanol.com/sintomas-falla-sensor-masa-flujo-aire-sobre_171094/

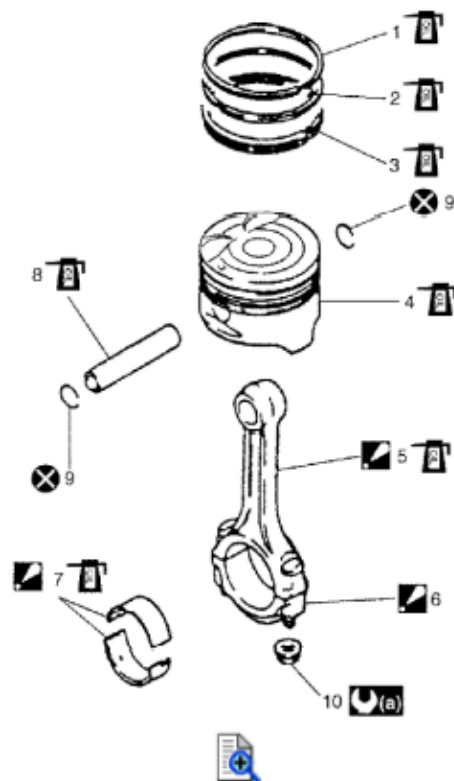
Gary, E. (s.f.). *eHOW*. Obtenido de Falla del sensor de temperatura de aire: http://www.ehowenespanol.com/falla-del-sensor-temperatura-aire-hechos_258915/

Jóvaj.M.S., Arjángelski V.M., Vijert M.M., Vóinov A. N., Stepánov Yu. A. y Trúsov V.I. (Eds.) (1982) *Motores de automóvil* (1ra Ed.). URSS: Mir Moscu. (1982). *Motores de automóvil* (1ra Ed.). URSS: Mir Moscu.

Nicaragua, C. I. (21 de Noviembre de 1997). *Reforma al decreto No. 32-97 denominado reglamento general para el control de emisiones de los vehículos automotores de Nicaragua*. Obtenido de <http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/9e314815a08d4a6206257265005d21f9/4f26065e3ea3bbfd062570a10057ab77?OpenDocument>

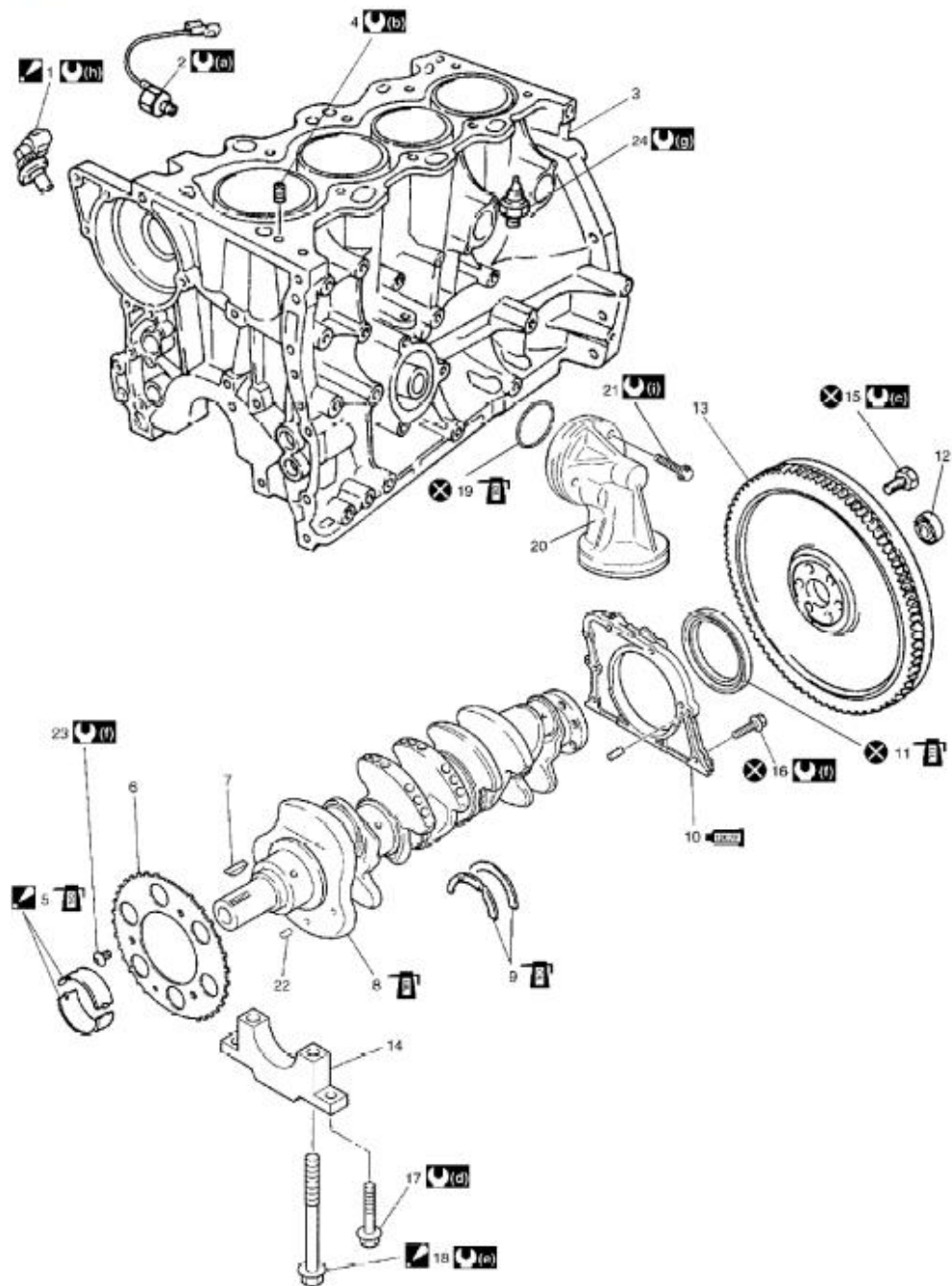
Suzuki Motor Corporation, overseas service department. (1ra. Ed.) (Junio, 2006), (2da Ed.), (Marzo, 2007)

Anexos



1.	Anillo superior
2.	Anillo de 2ª
3.	Anillo de lubricación
4.	Pistón
5.	Biela : Consulte "A"
6.	Sombrero del cojinete de biela : Consulte "B"
7.	Cojinete de biela : Consulte "C"
8.	Pasador del pistón
9.	Anillo elástico del pasador del pistón
10.	Tuerca de sombrero del cojinete

Fig. 1. Pistón y biela



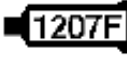
 1. Sensor de CKP : Consulte "A"	11. Sello de aceite trasero	21. Perno del adaptador del filtro de aceite
2. Sensor de detonación	12. Cojinete del eje de entrada	22. Pasador de muelle
3. Bloque de cilindros	13. Volante de inercia o placa impulsora	23. Perno de la placa de sensor
4. Tapón Venturi	14. Sombrero principal	24. Interruptor de presión de aceite
 5. Cojinetes principales : Consulte "B"	15. Perno del volante o placa impulsora	 (a) : 22 N·m (2,2 kgf-m, 16,0 lbf-ft)
6. Placa de sensor	16. Perno de montaje del alojamiento del sello de aceite trasero	 (b) : 5 N·m (0,5 kgf-m, 4,0 lbf-ft)
7. Chaveta del piñón de distribución del cigüeñal	17. Perno n° 2 del sombrero principal	 (c) : 70 N·m (7,0 kgf-m, 51,0 lbf-ft)
8. Cigüeñal	 18. Perno n° 1 del sombrero principal : Consulte "D"	 (d) : Apriete a 25 N·m (2,5 kgf-m, 18,0 lbf-ft) siguiendo el procedimiento especificado.
9. Cojinete de empuje	19. Junta tórica	 (e) : Apriete a 30 N·m (3,0 kgf-m, 22,0 lbf-ft), 50 N·m (5,0 kgf-m, 36,5 lbf-ft) y 60° siguiendo el procedimiento especificado.
 10. Alojamiento del sello de aceite trasero : Consulte "C"	20. Caja del adaptador del filtro de aceite	 (f) : 11 N·m (1,1 kgf-m, 8,0 lbf-ft)
"A": Cuando vaya a montar el sensor de CKP, utilice un perno de montaje de sensor nuevo.		 (g) : 13 N·m (1,3 kgf-m, 9,5 lbf-ft)
"B": El semicojinete superior tiene una ranura de engrase. No aplique aceite entre la biela y el cojinete, ni entre el sombrero y el cojinete.		 (h) : 10 N·m (1,0 kgf-m, 7,5 lbf-ft)
"C": Aplique producto de sellado 99000-31250 a la superficie de acoplamiento.		 (i) : 25 N·m (2,5 kgf-m, 18,0 lbf-ft)
"D": Cuando reutilice el perno n° 1 del sombrero principal, asegúrese de que su deformación se debe a la deformación plástica causada por el apriete. Para ello consulte Inspección de los cojinetes principales .		 : No reutilizable.
		 : Aplique aceite de motor a las superficies deslizantes / internas.

Fig. 2. Cigüeñal y volante

[B]

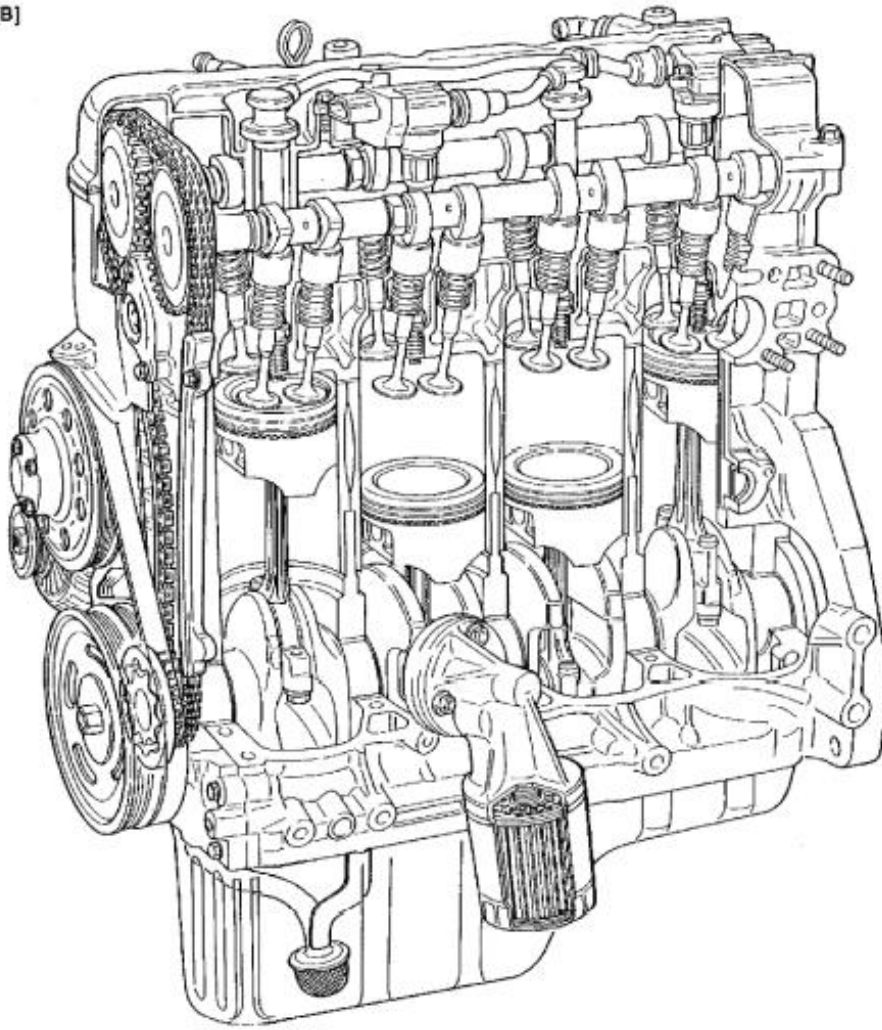


Fig. 3. Motor M16A

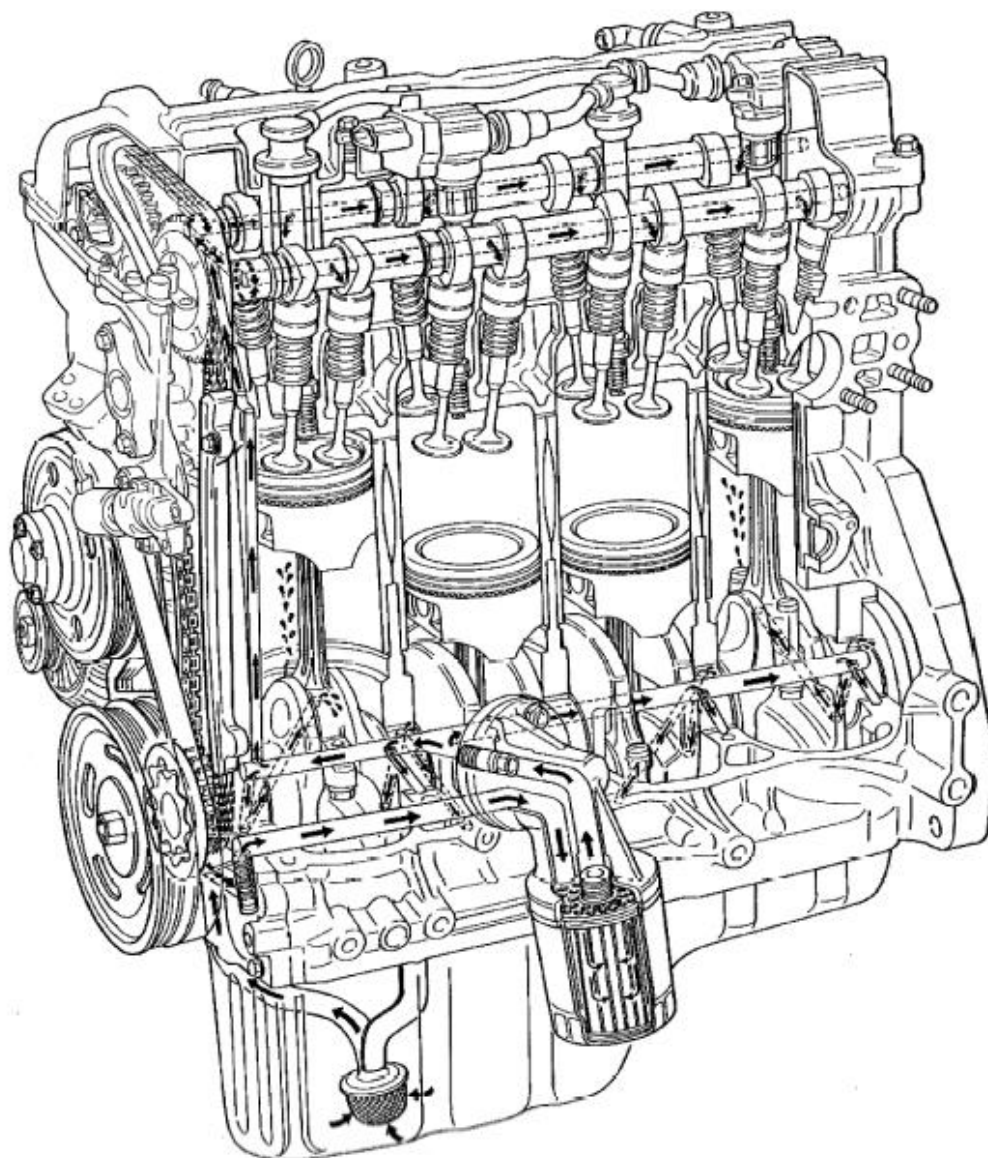
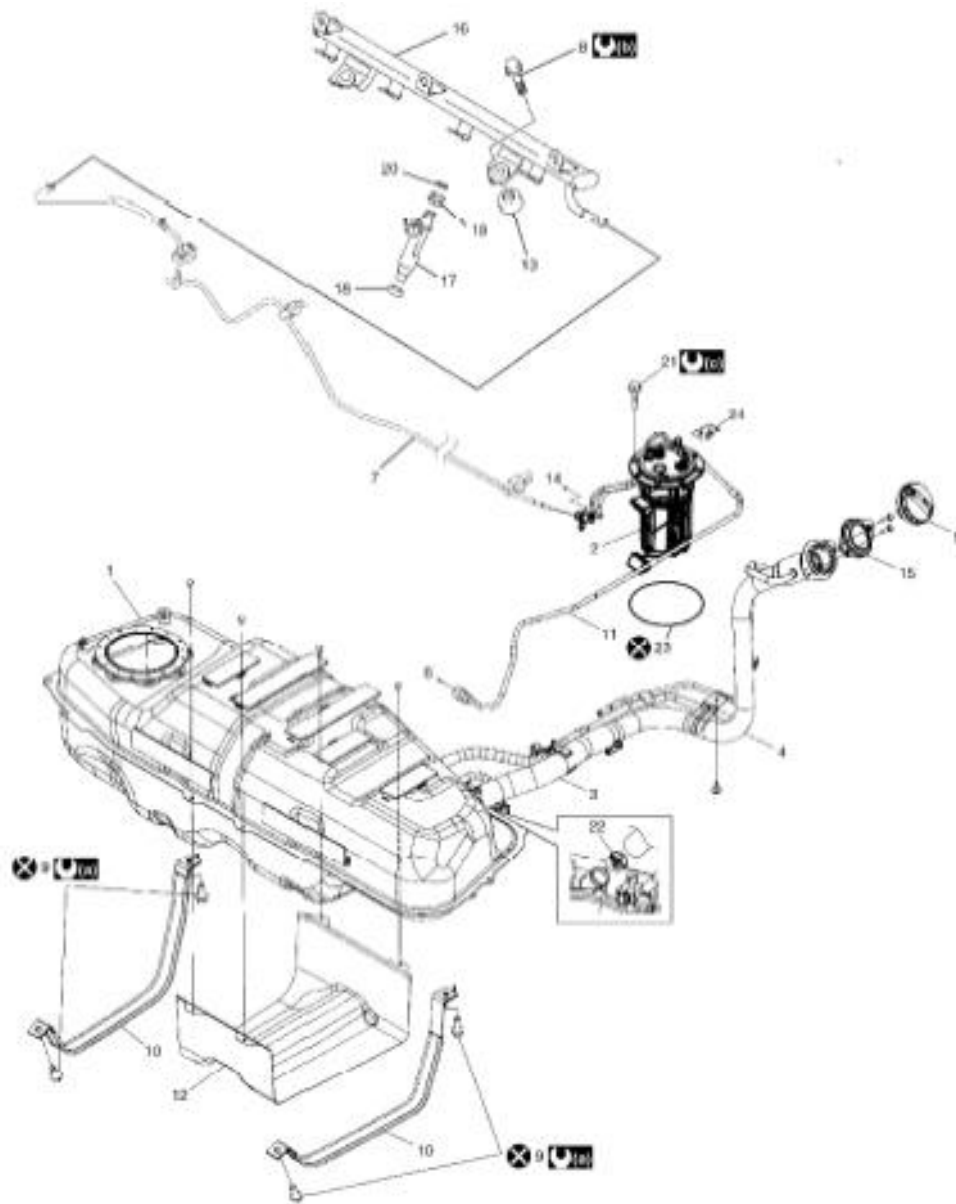
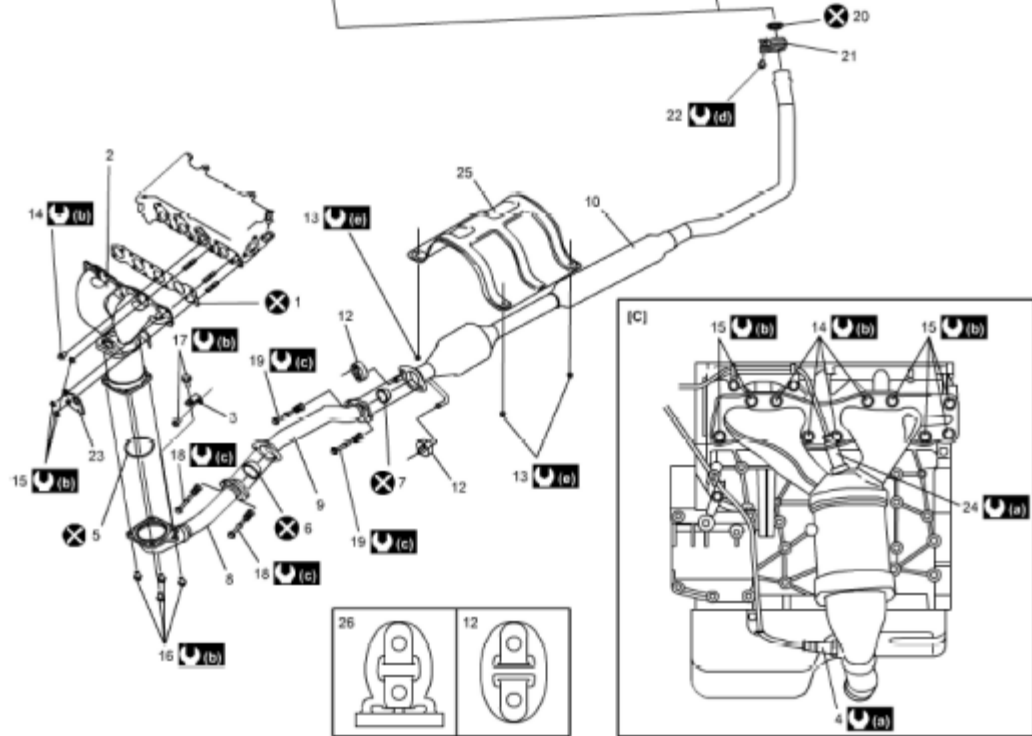
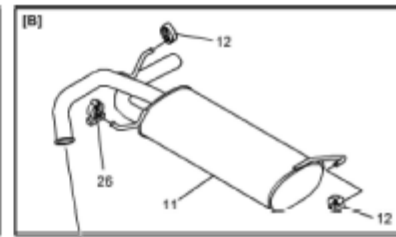
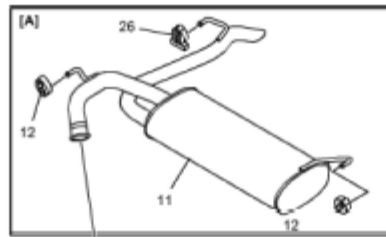


Fig. 4. Lubricación del motor M16A



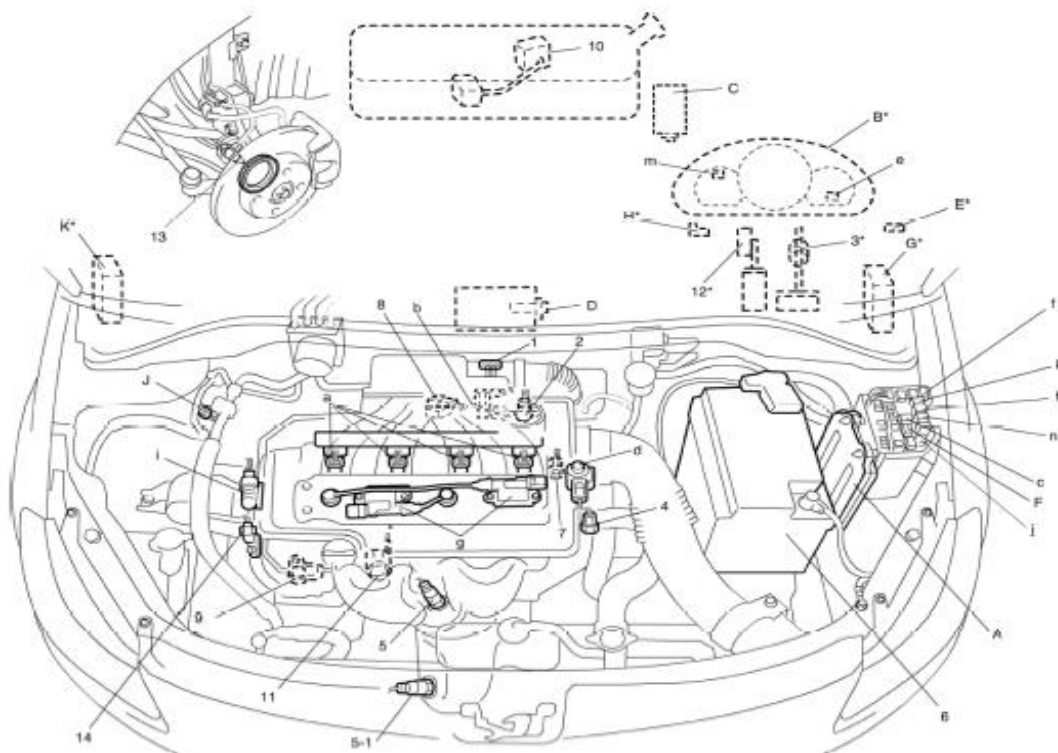
1.	Depósito de combustible.
2.	Conjunto de la bomba de combustible.
3.	Manguera de llenado del tapón de combustible.
4.	Cuello de llenado del depósito de combustible.
5.	Tapón de llenado de combustible.
6.	Al recipiente de EVAP.
7.	Tubería de alimentación de combustible.
8.	Perno del tubo de descarga.
9.	Perno del depósito de combustible.
10.	Correa del depósito de combustible.
11.	Tubería de vapor del combustible.
12.	Protector del depósito de combustible.
13.	Aislador.
14.	A la válvula de purga del recipiente EVAP.
15.	Empaquetadura del depósito de combustible.
16.	Tubo de descarga.
17.	Inyector de combustible.
18.	Cojinete.
19.	Ojal.
20.	Junta tórica.
21.	Perno de la bomba de combustible.
22.	Válvula de entrada del depósito de combustible.
23.	Junta de la bomba de combustible.
24.	Ménsula de la masa.
25.	 45 N.m (4.5 Kgf-m, 33 lbf-ft)
26.	 25 N.m (2.5 Kgf-m, 18 lbf-ft)
27.	 11 N.m (1.1 Kgf-m, 8 lbf-ft)
28.	 No reutilizable.

Fig. 5. Sistema de suministro de combustible



[A]: Modelo Sedan, [B]: Modelo Hatchback.	
[C]: Ubicación de instalación del perno y la tuerca del colector de escape.	
1.	Junta de estanqueidad del colector de escape.
2.	Colector de escape.
3.	Reforzador del colector de escape.
4.	HO2S-2 (Color del conector: verde)
5.	Junta de estanqueidad del tubo de escape No. 1.
6.	Anillo de sello No.1.
7.	Anillo de sello No.2.
8.	Tubo de escape No.1.
9.	Tubo de escape No.2.
10.	Tubo central de escape.
11.	Silenciador.
12.	Montaje No.1.
13.	Tuerca de aislador de calor.
14.	Perno del colector de escape.
15.	Tuerca del colector de escape.
16.	Perno del tubo de escape No.1.
17.	Perno del reforzador del colector de escape.
18.	Perno del tubo de escape No.2.
19.	Perno del tubo central de escape.
20.	Junta de estanqueidad del tubo de escape No.2.
21.	Abrazadera del tubo de escape.
22.	Perno de la abrazadera del tubo de escape.
23.	Gancho del motor.
24.	HO2S-1 (Color del conector: Negro).
25.	Aislador de calor.
26.	Montaje No.2.
27.	45 N.m (4.5 Kgf-m, 33 lbf-ft) 
28.	 50 N.m (5.0 Kgf-m, 36,5 lbf-ft)
29.	 43 N.m (4.3 Kgf-m, 31 lbf-ft)
30.	 29 N.m (2,9 Kgf-m, 21 lbf-ft)
31.	 2 N.m (0.2 Kgf-m, 1.5 lbf-ft)
32.	 No reutilizable.

Fig. 6. Componentes del sistema de escape



1. Sensor MAF e IAT.
2. Conjunto eléctrico del cuerpo de la mariposa.
3. Interruptor de las luces de freno.
4. Sensor ECT.
5. Sonda de oxígeno calentado-1.
5- Sonda de oxígeno calentado 1.2 si está instalada.
6. Batería.
7. Sensor CMP (para motores con sistema VVT)
8. Sensor MAP.
9. Sensor de CKP.
10. Sensor de nivel de combustible.
11. Sensor de detonación.
12. Sensor APP.
13. Sensor VSS.
14. Sensor CMP (para motores sin sistema VVT)

Fig. 7. Ubicación de los componentes eléctricos del motor

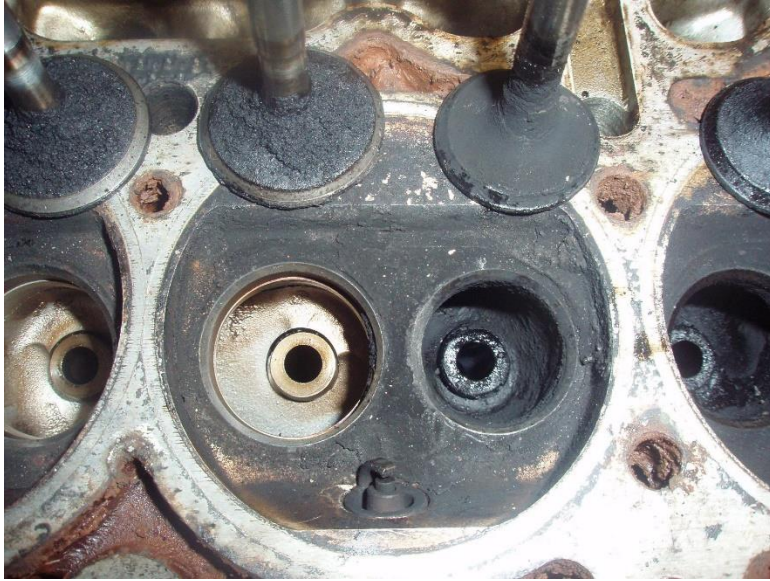


Fig. 8. Residuos de carbonilla en válvulas y cámara de combustión



Fig. 9. Método tradicional de descarbonización

**Fig.10. Proforma y cotizaciones de repuestos utilizados en
descarbonización con método tradicional.**

CASA PELLAS, S.A.
PLAZA ESPAÑA

SOMOS REPRESENTANTES AUTORIZADOS DE :
TOYOTA. HINO. YAMAHA . DENSO. SUZUKI. ONAN. CUMMINS. AC DELCO

TELS. 22554444 EXT:5822-5828 EXT: 5144-5825-5846. FAX: EXT.5880
APTO.46. MANAGUA, NICARAGUA.

PROFORMA # 0244050

Managua, 31 de Agosto del 2016

Señor(es): JONATHAN RODRIGUEZ Tel: Fax:

Modelo: Chasis: Serie:

Atendiendo su amable solicitud tenemos el gusto de cotizarle(s) los siguientes Repuestos :

CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO	%Desc.	TOTAL
1	JGO.EMP.D/MOTOR	2,050.48	00	2,050.48
16	SELLO D/VALVULA	84.54	00	1,352.64
4	CHISPERO D/ENCE	109.06	00	436.24
1	FILTRO DEL AIRE	403.35	00	403.35
1	FILTRO D/ACEITE	264.28	00	264.28
1	EMP.PANA ACEITE	23.95	00	23.95

4,689.56

Suma.....	C\$	4,530.94
Sub-Total.....	C\$	4,530.94
I.V.A. (15%)....	C\$	679.64
TOTAL.....	C\$	5,210.58

En Casa Pellas nos preocupamos por brindarle calidad a precios competitivos; manteniendo en inventario los repuestos y accesorios de alta demanda. Nuestro asesor le podrá brindar mayor información respecto a tiempo de llegada de los items marcados con (*); en los cuales estamos sujeto a la disponibilidad y tiempos de entrega del fabricante.

Oferta valida por 30 días, precios sujetos a cambios sin previo aviso. Favor de no retener el 2% por ser grandes contribuyentes.

"GRACIAS POR PREFERIRNOS"

NORMAN VANEGAS TEL 22554444 EXT:5822-5828
NVANEGAS@CASAPELLAS.COM.NI
DEPARTAMENTO DE VENTAS



Fig. 11 y 12. Aplicación del proceso de decarbonización al motor.

MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA

Nombre: **LIBIA ESTELA** Apellido: **SILVA RUIZ**
 Dirección: **MANAGUA** Ciudad: **MANAGUA**

Placa: **CZ 11343** Marca: **SUZUKI** Modelo: **SX4**
 Uso: **Privado** Año: **2008** Fecha de Ingreso: **2008**
 Chasis #: **JS2YC21S985100239** Motor #: **M1RA1299628** Kilometraje: **12427**
 Combustible: **Gasolina**

RESULTADO EMISIONES

	Resultados Marcha Mínima	Espec. Marcha Mínima	Resultados Vel. Alta	Espec. Vel. Alta
HC -PPM	386 ¹	125	148 ¹	125
CO-%	0.54 ¹	0.5	0.56 ¹	0.5
CO2 -%	13.43	12	13.77	12
RPM	0		0	

Fecha de Prueba: 20/11/2015 Fecha de Vencimiento: 20/11/2015
 Nombre Estación: **AUTOCOOL** No. de Registro: **48064**
 Nombre Operador: **YIMI BALTOUANO REYES** Número de Calcomanía: **B002S0000000**
 Código del Centro: **002** Resultados Inspección: **CO Fuera de Rango**

CERTIFICADO DE EMISIONES VEHICULARES
 No. **0615648**

RECHAZADO

Fig. 13. Prueba de emisiones de gases antes del decarbonado. Autocool.

MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA

Nombre: **LIBIA ESTELA** Apellido: **SILVA RUIZ**
 Dirección: **MANAGUA** Ciudad: **MANAGUA**

Placa: **CZ11343** Marca: **SUZUKI** Modelo: **SX4**
 Uso: **PRIVADO** Año: **2008** Año de ingreso: **2008**
 Chasis #: **JS2YC21S885100230** Motor: **M16A1299628** Kilometraje: **24**
 Combustible: **GASOLINA**

RESULTADO EMISIONES			
	Resultados Marcha Mínima	Espec. Marcha Mínima	Resultados Vel. Alta
HC-ppm	279	125	274
CO-%	0.20	0.50	0.54
CO2-%	14.30	12.00	14.70
RPM	756		2405

Fecha de Prueba: **20/nov/15** Fecha de Vencimiento: **20/11/2015** Calcomanía: **55862**
 Nombre Estación: **FUNDACION POLITECNICO LA SALLE** No. de Registro: **55862**
 Nombre Operador: **DAYTON JOSE TELLEZ LEZAMA**
 Código del Centro: **001**

CERTIFICADO DE EMISIONES VEHICULARES

No. 0623143

RECHAZADO
 Excedido límite HC en
 Ralentí/Excedido límite HC en
 Crucero - Excedido límite CO en
 Crucero

Fig. 14. Prueba de emisión de gases antes del descarbonado. Fundación La Salle

MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA

Nombre: **LIBIA ESTELA** Apellido: **SILVA RUIZ**
 Dirección: **MANAGUA** Ciudad: **MANAGUA**

Placa: **CZ 11343** Marca: **SUZUKI** Modelo: **SX4**
 Uso: **Privado** Año: **2008** Fecha de Ingreso: **2008**
 Chasis #: **JS2YC21S885100230** Motor #: **M16A1299628** Kilometraje: **124275**
 Combustible: **Gasolina**

RESULTADO EMISIONES			
	Resultados Marcha Mínima	Espec. Marcha Mínima	Resultados Vel. Alta
HC -PPM	186	125	131
CO-%	0.15	0.5	0.58
CO2-%	14.27	12	13.87
RPM	0		0

Fecha de Prueba: **27/11/2015** Fecha de Vencimiento: **27/11/2015** Número de Calcomanía: **8002S0000000**
 Nombre Estación: **AUTOCOOL** No. de Registro: **48530** Resultados Inspección: **CO Fuera de Rango**
 Nombre Operador: **YIMI BALTODANO REYES** Firma: _____
 Código del Centro: **002**

CERTIFICADO DE EMISIONES VEHICULARES

No. 0616124

RECHAZADO

Fig. 15. Prueba de emisión de gases después de la descarbonización. Autocool

MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA

Nombre: LIBIA ESTELA
Dirección: MANAGUA

Apellido: SILVA RUIZ
Ciudad: MANAGUA

Placa: CZ11343
Uso: PRIVADO
Chasis #: JS2YC21S885100230
Combustible: GASOLINA

Marca: SUZUKI
Año: 2008
Motor: M16A1299628

Modelo: SX4
Año de Ingreso: 2008
Kilómetros: 24

RESULTADO EMISIONES

	Resultados Marcha Mínima	Espec. Marcha Mínima	Resultados Vel. Alta	Espec. Vel. Alta
HC-ppm	27	125	5	125
CO-%	0.06	0.50	0.03	0.50
CO2-%	14.96	12.00	15.63	12.00
RPM	820		2375	

Fecha de Prueba: 27/nov/16
Nombre Estación: FUNDACION POLITECNICO LA SALLE
Nombre Operador: DAYTON JOSE TELLEZ LEZAMA
Código del Centro: 001

Fecha de Vencimiento: 27/nov/16
Calcomanía: 573346
No. de Registro: 56211

Firma _____

CERTIFICADO DE EMISIONES VEHICULARES No. **0628134**

APROBADO

Fig. 16. Prueba de emisión de gases después del descarbonado. Fundación La Salle.