

**Universidad Internacional del Ecuador**

**Escuela de Ingeniería Automotriz**



**TEMA:**

**PLAN DE RECONSTRUCCIÓN PARA EL MOTOR DE  
1.4L S-TEC III DEL VEHÍCULO CHEVROLET SAIL**

**Proyecto de Titulación para la obtención del Título de Ingeniero Automotriz**

**Torres Arosemena Carlos Eduardo**

**Director: Ing. Oscar Vinicio Villavicencio Salazar, MsC.**

Guayaquil-Ecuador



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**CERTIFICACIÓN (ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD)**

Yo, Carlos Eduardo Torres Arosemena, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada. Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

---

CARLOS EDUARDO TORRES AROSEMENA

C.I. 0923220917

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**

**ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**AUTOMOTRIZ**

**CERTIFICADO**

Ing. Oscar Vinicio Villavicencio Salazar, MSc.

**CERTIFICA**

Que el trabajo de “PLAN DE RECONSTRUCCIÓN PARA EL MOTOR DE 1.4L S-TEC III DEL VEHÍCULO CHEVROLET SAIL” realizado por el estudiante: Carlos Eduardo Torres Arosemena ha sido guiado y revisado periódicamente, cumpliendo 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, si recomiendo su publicación. Este trabajo consta de un empastado que contiene toda la información del mismo. Autoriza el señor: Carlos Eduardo Torres Arosemena que lo entregue a la biblioteca de la facultad, en calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, junio de 2019

Ing. Oscar Villavicencio Salazar MSc

Docente de cátedra

## **DEDICATORIA**

Este proyecto lo dedico a todas las personas que estuvieron compartiendo su apoyo y conocimientos, acompañándome en este grato momento de mi vida, esas personas que aportaron su energía y tiempo para poder mejorar la persona que soy hoy en día.

En especial quiero dedicar mi proyecto final a mi familia, mi papá y mamá que me incentivaron a finalizar la carrera siempre que tuve momentos difíciles, dándome motivación para así superar todos los obstáculos y alcanzar mis metas.

También se lo dedico mi hermana y sobrinos que desde lejos me apoyan en todo momento. Y a mis dos abuelas y tía Inés María que se encuentran orgullosas de cumplir esta meta en mi vida

Carlos Eduardo Torres Arosemena

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco principalmente a mi familia, la cual ha estado en todo momento dando apoyo y valor. Gracias a Dios por la vida que me ha dado, para poder alcanzar las metas que me he planteado. Y a las personas que me han rodeado siempre, que me han hecho crecer como persona.

A Rusbelt Loaiza compañero y gran amigo que me apoyo durante mi carrera de estudiante y en el trabajo de inspector de siniestros, en el cual logramos realizar un gran equipo de trabajo, con excelente desempeño. Gracias a sus enseñanzas y apoyo moral para enfocarme en mi carrera de ing. Mecánico automotriz.

A mi amigo Erick Quilumba quien me apoyo en este proyecto sin pensarlo dos veces, dándome la mano cuando lo necesite.

A mis docentes quienes compartieron sus experiencias y aprendizajes en cada clase, siendo motivadores para lograr ser un profesional.

Carlos Eduardo Torres Arosemena

# ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I GENERALIDADES.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes.....	1
1.3. Justificación.....	3
1.4. Hipótesis.....	3
1.5. Objetivos.....	4
1.6. Objetivo general.....	4
1.7. Objetivos específicos.....	4
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Motor de combustión interna.....	5
2.2. Tipo de motores de combustión interna.....	6
2.3. Motor Chevrolet Sail S-TEC III 1.4L.....	6
2.4. Partes del motor de combustión interna a gasolina.....	7
2.4.1. Bloque de cilindros Chevrolet S-TEC III 1.4L.....	7
2.4.2. Culata o cabeza de cilindros.....	9
2.4.3. Junta de culata o empaque de cabezote.....	11
2.4.4. Cárter o colector de aceite de motor a 4 tiempos.....	12
2.4.5. Sistema de regulación.....	13

2.4.6.	Cigüeñal .....	14
2.4.7.	Bomba de aceite .....	14
2.4.8.	Pistón.....	15
2.4.9.	Biela .....	16
2.4.10.	Colector de escape.....	17
2.4.11.	Entrada del colector.....	18
2.4.12.	Circuito de engrase.....	18
2.4.13.	Distribución.....	19
2.4.14.	Descripción y operación del sistema de enfriamiento.....	20
2.4.15.	Radiador .....	20
2.4.16.	Tanque de reserva o igualador .....	21
2.4.17.	Bomba de refrigerante o agua .....	23
2.4.18.	Termostato.....	23
2.4.19.	Ventilador del sistema de refrigeración .....	25
2.4.20.	Sensor de temperatura del refrigerante del motor .....	25
2.4.21.	Calentador de bloque de motor .....	26
2.5.	Operación de un motor de combustión interna.....	26
2.5.1.	Ciclo Otto .....	26
2.6.	Geometría del motor de Combustión interna a gasolina.....	27
2.6.1.	Cilindrada.....	27
2.6.2.	Cilindrada unitaria.....	27
2.6.3.	Cilindrada total.....	28
2.6.4.	Relación carrera diámetro .....	28
2.6.5.	Grado de admisión .....	29
2.6.6.	Relación de compresión .....	30
2.7.	Descripción del motor Chevrolet S-TEC III 1.4L .....	32
2.7.1.	Descripción del código de ensamble y número de motor .....	33



2.7.2.	Descripción del código de ensamble.....	34
CAPÍTULO III DESMONTAJE Y MONTAJE DE MOTOR.....		36
3.1.	Generalidades.....	36
3.2.	Limpieza y cuidado en la reparación del motor.....	37
3.3.	Proceso de desmontaje del motor del vehículo Chevrolet Sail 1.4l.....	38
3.4.	Desmontaje de accesorios.....	43
3.5.	Desmontaje del cabezote o culata de cilindros.....	46
3.6.	Desmontaje de tren alternativo.....	55
3.7.	Montaje de tren alternativo.....	59
3.8.	Montaje del cabezote o culata de cilindros.....	63
3.9.	Proceso de montaje del motor del Chevrolet Sail 1.4l.....	72
CAPÍTULO IV EVALUACIÓN DEL MOTOR.....		74
4.1.	Inspección de árbol de levas.....	74
4.2.	Inspección de cigüeñal.....	76
4.3.	Inspección de culata cabeza de cilindro.....	78
4.4.	Inspección y medición de resorte de válvula.....	79
4.5.	Inspección de espacio de guía de válvula y vástago de válvula.....	80
4.6.	Inspección del cilindro, pistón, biela y cojinete.....	82
4.7.	Prueba compresión motor.....	87
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		89
5.1.	Conclusiones.....	89
5.2.	Recomendaciones.....	89
BIBLIOGRAFÍA.....		91
ANEXOS.....		93

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Motor Chevrolet Sail S-TEC-III .....	5
Figura 2 Bloque de cilindros .....	9
Figura 3 Cabezote .....	10
Figura 4 Junta de cabezote .....	11
Figura 5 Tapón de cárter .....	12
Figura 6 Cárter .....	13
Figura 7 Banda de tiempo .....	13
Figura 8 Cigüeñal .....	14
Figura 9 Bomba de aceite .....	15
Figura 10 Pistón.....	16
Figura 11 Biela .....	17
Figura 12 Colector de escape.....	17
Figura 13 Múltiple de admisión.....	18
Figura 14 Mecanismo de distribución .....	19
Figura 15 Radiador .....	21
Figura 16 Tanque de reserva .....	21
Figura 17 Tapa de tanque de reserva .....	22
Figura 18 Bomba de refrigerante.....	23
Figura 19 Termostato .....	24
Figura 20 Ventilador de sistema de refrigeración .....	25
Figura 21 Motor Chevrolet S-TEC III 1.4L .....	32
Figura 22 Numero de motor .....	34
Figura 23 Código de ensamble .....	34
Figura 24 Borne negativo de batería.....	38
Figura 25 Ensamble de filtro de aire .....	39
Figura 26 Drenaje del sistema de enfriamiento .....	39
Figura 27 Drenaje de aceite .....	40
Figura 28 Arnés de cableado .....	41
Figura 29 Manguera de tanque de compensación al motor .....	41
Figura 30 Riel de combustible.....	42
Figura 31 Manguera de refrigeración .....	42

Figura 32 Múltiple de escape.....	43
Figura 33 Motor de arranque .....	44
Figura 34 Alternador .....	45
Figura 35 Volante de inercia .....	45
Figura 36 Cubierta de bobina .....	46
Figura 37 Bobinas.....	47
Figura 38 Desmontaje de bujías .....	47
Figura 39 Desacople de riel de combustible.....	48
Figura 40 Desacople múltiple de admisión .....	48
Figura 41 Desmontaje tapaválvulas .....	49
Figura 42 Remover polea de cigüeñal .....	49
Figura 43 Desmontaje polea de bomba de agua .....	50
Figura 44 Desmontaje tapa de bomba de agua .....	50
Figura 45 Tapa delantera del motor.....	51
Figura 46 Tapa posterior del motor .....	51
Figura 47 Cáster de motor .....	52
Figura 48 Distribución.....	52
Figura 49 Árboles de leva.....	53
Figura 50 Árboles de levas .....	53
Figura 51 Desmontaje de cabezote.....	54
Figura 52 Remover junta de culata.....	54
Figura 53 Desmontaje de bancadas de cigüeñal.....	55
Figura 54 Extracción de cojinetes .....	56
Figura 55 Extracción de pistones y bielas .....	56
Figura 56 Extracción cojinetes axiales .....	57
Figura 57 Extracción de bancadas de cigüeñal.....	57
Figura 58 Extracción de cigüeñal .....	58
Figura 59 Suspensión de cigüeñal .....	58
Figura 60 Montaje de cojinetes .....	59
Figura 61 Colocación de cojinetes axiales. ....	60
Figura 62 Contaje de cigüeñal .....	60
Figura 63 Instalación de bancada de cigüeñal .....	61
Figura 64 Apriete de bancadas .....	61
Figura 65 Colocación de retenedor posterior .....	62

Figura 66 Instalación de pistones .....	62
Figura 67 Instalación de junta .....	63
Figura 68 Apriete de cabezote .....	64
Figura 69 Sincronización de distribución .....	64
Figura 70 Instalación de árbol de levas .....	65
Figura 71 Colocación de templadores de cadena .....	65
Figura 72 Instalación tapa delantera de motor.....	66
Figura 73 Instalación de cárter .....	66
Figura 74 Instalación de tapa válvulas .....	67
Figura 75 Apriete tapa válvulas.....	67
Figura 76 Instalación polea cigüeñal .....	68
Figura 77 Instalación volante de inercia.....	68
Figura 78 Montaje alternador .....	69
Figura 79 Colocación de banda de accesorios.....	69
Figura 80 Instalación múltiple de admisión .....	70
Figura 81 Instalación riel de combustible.....	70
Figura 82 Instalación de bujías .....	71
Figura 83 Instalación de bobinas .....	71
Figura 84 Evaluación de altura de leva .....	74
Figura 85 Medición diámetro de muñón de árbol de levas .....	75
Figura 86 Evaluación de túnel para árbol de levas .....	75
Figura 87 Verificación pandeo de cigüeñal .....	76
Figura 88 Medición de luz de aceite.....	77
Figura 89 Inspección de retenedor posterior .....	77
Figura 90 Verificación de planitud.....	78
Figura 91 Medición altura cabezote .....	79
Figura 92 Verificación de muelles de válvula .....	79
Figura 93 Verificación de estado de muelles.....	80
Figura 94 Inspección de válvulas .....	81
Figura 95 Evaluación de vástago de válvulas.....	81
Figura 96 Limpieza de cilindros.....	82
Figura 97 Evaluación de cilindros .....	82
Figura 98 Evaluación de pistón .....	83
Figura 99 Verificación de carrera de pistón .....	84

Figura 100 Verificación de ranuras para segmentos .....	84
Figura 101 Verificación luz de segmentos .....	85
Figura 102 Verificación de segmentos .....	85
Figura 103 Evaluación de bulón.....	86
Figura 104 Comprobación de luz de aceite .....	86
Figura 105 Instalación de cojinetes .....	87
Figura 106 Verificación de la compresión de motor .....	88

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos técnicos motor Chevrolet Sail S-TEC III 1.4L .....	33
Tabla 2. Tabla de evaluación de cigüeñal.....	76
Tabla 3. Evaluación de camisas de cilindro. ....	83
Tabla 4. Prueba de compresión del motor .....	88

## RESUMEN

El presente trabajo investigativo permite tener la información correcta referente al proceso de desarmado, evaluación y despiece del motor Chevrolet Sail S-TEC III<sup>1</sup> 1.4L. Cabe indicar que dentro de la formación preprofesional de los estudiantes de las universidades que imparten la carrera de Ingeniería Automotriz se pretende que adquieran mejores habilidades técnicas para realizar el proceso correcto de la reconstrucción de motores.

Tomando en cuenta que el presente estudio pretende mejorar las destrezas prácticas por parte de los estudiantes, se detalla la manera correcta de realizar el desmontaje, evaluación y montaje de un motor de combustión interna a gasolina con inyección electrónica, para lo cual se procedió a indagar en primer lugar las características de los elementos así como especificaciones técnicas de cada sistema para posteriormente proceder al desmontaje de sus elementos, luego a la evaluación y finalmente al montaje de todos sus componentes, basados en el proceso técnico de la marca Chevrolet.

Durante el desmontaje del motor en estudio se pudo constatar de manera visual e instrumental que presentaba un desgaste en el cojinete del cigüeñal correspondiente al muñón del cilindro número uno, para lo cual el manual del fabricante indica que se realice el cambio de todo el conjunto de cojinetes para así evitar descompensaciones del tren alternativo.

Durante el proceso de evaluación por medio de herramientas de medición se determinó que los demás componentes se encuentran dentro de los ajustes y tolerancias permitidas por el fabricante para su reutilización. Es preciso recalcar que estos datos obtenidos son únicamente para el motor en estudio, puesto que cada motor tiene averías o desgastes diferentes.

**Palabras claves:** Motor, gasolina, desmontaje, evaluación, montaje, procesos, reparación.

---

<sup>1</sup> S-TEC III: Motor con tecnología inteligente de tercera generación.

## ABSTRACT

The present investigative work allows to have the correct information regarding the disassembly, evaluation and disassembly process of the Chevrolet Sail S-TEC III 1.4L engine. It should be noted that within the pre-professional training of students of the universities that teach the career of Automotive Engineering is intended to acquire better technical skills to perform the correct process of engine rebuilding.

Knowing that the present study aims to improve the practical skills of the students, the correct way of dismantling, evaluating and assembling an internal combustion engine with gasoline with electronic injection is detailed, for which purpose we proceeded to investigate first of all the characteristics of the elements as well as technical specifications of each system to later proceed to the disassembly of its elements, then to the evaluation and finally to the assembly of all its components, based on the technical process of the Chevrolet brand.

During the disassembly of the engine under study it was possible to verify in a visual and instrumental way that it showed wear on the crankshaft bearing corresponding to the stump of cylinder number one, for which the manufacturer's manual indicates that the entire set of bearings to avoid decompensation of the alternative train.

During the evaluation process by means of measuring tools it was determined that the other components are within the adjustments and tolerances allowed by the manufacturer for re-use. It is necessary to emphasize that these data obtained are only for the engine under study, since each engine has different faults or wear.

**Keywords:** Engine, gasoline, disassembly, evaluation, assembly, processes, repair.



# **CAPÍTULO I**

## **GENERALIDADES**

### **1.1. Introducción**

El parque automotor del Ecuador cuenta en su mayor parte por vehículos propulsados por motores de combustión interna, siendo uno de los vehículos más vendidos en la última década, el Chevrolet Sail 1.4 litros, que hasta el 2017 fueron vendidos 50280 con su modelo Sail 2, y a partir de esta fecha un promedio de venta de 1000 vehículos mensuales del modelo Sail 3. Esta información fue extraída de la Cámara de la Industria Automotriz Ecuatoriana con sus siglas CINAIE.

Realizando una visión retrospectiva a la fecha en el país la gran mayoría de talleres de mantenimiento preventivo y correctivo no cuentan con una formación e información técnica para realizar estos procesos y los únicos que lo tiene son los concesionarios por lo que se pretende generar un proceso adecuado para la realización del desarmado, evaluación y armado de un motor de combustión interna a gasolina como lo es el Sail S-TEC III,

Para la realización del presente estudio se utiliza el motor Chevrolet S-TEC III 1.4L montado en un banco de pruebas en las instalaciones de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador en la ciudad de Guayaquil, teniendo como objetivo principal elaborar un texto que permita conocer cuál es el proceso adecuado en la reparación de un motor Chevrolet S-TEC III 1.4L del Sail para que sirva como guía de aprendizaje y mejore las habilidades de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Automotriz.

### **1.2. Antecedentes**

La Escuela de Ingeniería Automotriz cuenta actualmente con un amplio número de estudiantes matriculados, los mismos que requieren adquirir mayor habilidad en la utilización de procesos técnicos para en su posterior integración al campo laboral realizar trabajos con una alta calidad técnica al momento de desmontar, evaluar y armar un motor,

basándose en lo expuesto anteriormente existen proyectos de titulación de otras facultades a nivel nacional que concuerdan con este criterio y a su vez han realizado temas enfocados a lo siguiente:

Según el Ing. Solis Freire Eduardo Gonzalo y la Ing. Mejía Guzmán Gabriela Paola de la ESPOCH, realizaron la implementación de un software para el proceso de reparación y mantenimiento preventivo en el parque automotor del Ilustre Municipio del cantón Pillaro de la provincia de Tungurahua, logrando de esta manera generar un plan de mantenimiento, guía para la revisión y reparación del parque automotor pero cabe recalcar que este software solo indica que se tiene que realizar la acción de reparación más no el proceso de como reparar un motor.

El Tec. Barros Bermeo Hugo Oswaldo y el Tec. Mora Castro Darwin William, de la ESPOL, en su programa de tecnología en mecánica automotriz realizaron un estudio referente a la reparación de un motor de combustión interna 1.3 Fire, con el cual llegaron a la conclusión de que luego de aplicar dicho proceso se logró detectar fallas como: pérdida de compresión en cilindros de motor por desgaste de sus elementos, tomar las acciones correspondientes para su reparación y mejorar así la reducción de emisiones contaminantes del motor en estudio.

Para el Ing. Martinez Tayupanda Franklin Vinicio y el Ing. Romero Romero Danilo Jonathan graduados de la ESPOCH con su estudio denominado Preparación y repotenciación del motor de un vehículo Suzuki Forza 993cm<sup>3</sup> para competición, llegan a una conclusión que un proceso de reparación y evaluación adecuado permite conocer y determinar los niveles de aligeramiento que puede darse en este tipo de motor, así como poder trabajar en el aumento de potencia de estos motores y por ende su rendimiento a altas revoluciones y así permitiendo sobre todo desarrollar un procedimiento técnico de trucaje y preparación de motores, fundamentándose en la información recolectada de un banco de pruebas.

Así mismo el Ing. Guerra Lugo Franklin Manuel y el Ing. Iglesias Morillo Carlos Ernesto de la Universidad Técnica del Norte con su estudio denominado Reparación de un motor Kia Besta y adaptación de un turbocargador, concuerdan que con un correcto proceso de reconstrucción de un motor se pueden alcanzar altos valores de eficiencia de un motor luego de ser aplicado y recomiendan sobre todo la utilización de la información

técnica tanto en el proceso como en los aprietes de cada uno de sus componentes bajo las especificaciones del fabricante.

Bajo todos estos análisis como antecedentes permiten validar sobre la importancia de la realización de este proyecto de estudio.

### **1.3. Justificación**

La importancia de este proyecto se ve enfocado en fomentar las habilidades por parte de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Automotriz los mismos que adquieren los conocimientos teórico práctico pero se requiere de la estimulación en la parte práctica enfocando de esta manera a trabajar bajo procesos establecidos por fabricantes de marcas de motores para la cual para el presente estudio se toma en consideración el motor Chevrolet Sail S-TEC III 1.4l, tomando en cuenta que es uno de los modelos de vehículos con mayor circulación en el país en las últimas décadas como lo afirma la Cámara de la Industria Automotriz Ecuatoriana con sus siglas CINAIE.

Así mismo el avance tecnológico que se vive en la industria automotriz y cómo los estudiantes deben ir adquiriendo técnicas que desarrollen el mejoramiento de la reparación de motores a gasolina, a través de técnicas requeridas, uso correcto de herramientas manuales, de verificación y especiales.

Por este motivo es que se genera habitualmente un problema, cuando se investigan sistemas mecánicos que se pueden dar por motivos mecánicos que se generan por la falta de recursos o por la falta de información y procesos técnicos lo que hace que el conocimiento se mantenga siempre en una etapa de aprendizaje y o de desarrollo.

### **1.4. Hipótesis**

¿Es necesario conocer el proceso técnico para desmontaje, evaluación y montaje de los elementos de un motor de combustión interna a gasolina para mejorar las habilidades y destrezas de los estudiantes de Ingeniería Automotriz?

## **1.5. Objetivos**

### **1.6. Objetivo general**

Elaborar un plan de reconstrucción para un motor 1.4L del vehículo Chevrolet Sail, siguiendo un proceso técnico que permite el desmontaje, evaluación y montaje, el mismo que servirá de guía para mejorar las destrezas y habilidades de los estudiantes que cruzan la carrera de Ingeniería Automotriz.

### **1.7. Objetivos específicos**

- Conocer el funcionamiento y partes del motor de Chevrolet S-TEC III modelo Sail 1.4l.
- Elaborar un proceso de desmontaje y montaje del motor de combustión interna a gasolina que permita mejorar las habilidades prácticas de los estudiantes de Ingeniería Automotriz.
- Evaluar cada uno de los elementos internos del motor de Chevrolet S-TEC III modelo Sail 1.4l.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Motor de combustión interna

Como se muestra en la Figura 1, el motor de combustión interna es un tipo de máquina que transforma la energía mecánica mediante energía química de un combustible que sirve de alimentación, este combustible arde en el interior de una cámara de combustión y se expande en gases combustionados los cuales mueven al mecanismo de manera lineal. Gracias al mecanismo biela-manivela y así se consigue el trabajo en movimiento circular.

Según (Rovira, 2015) brinda otro concepto “El motor de combustión interna es el que es un conjunto de componentes mecánicos por los que se logra obtener energía mecánica a partir de del estado térmico de un fluido de trabajo que se ha creado en su propio seno a través de un proceso de combustión”.



*Figura 1* Motor Chevrolet Sail S-TEC-III (Torres, 2019)

## **2.2. Tipo de motores de combustión interna**

La clasificación de los motores de combustión interna es muy diversa por que dependerá del enfoque en que se lo realice, esto se da a que existen varias alternativas para el diseño de los mecanismos mecánicos y de sus sistemas auxiliares dentro del mismo, por ende la clasificación dependerá de algunos factores, criterios o las especificaciones que den base a la misma y estas pueden ser consideradas desde criterios muy sencillos hasta otros muy complejos.

Dentro de la clasificación de los tipos de motores de combustión interna de acuerdo a los tiempos de funcionamiento se encuentran los de dos y cuatro tiempos según (Dietsche, 2005). Un tiempo será la cantidad de carreras que deberá realizar el émbolo antes de estar listo para poder realizar otra carrera motriz o más conocido como ciclo. En los motores de dos tiempos realiza el primer tiempo la admisión y compresión de gases, para luego realizar en un segundo tiempo que es el trabajo y expulsión de gases. Mientras que en los motores de cuatro tiempos se realiza la fase de admisión, compresión, trabajo y expulsión en tiempos separados.

También se presentan otros tipos de clasificación como lo son: de acuerdo a la distribución de los cilindros, tipo del mecanismo de distribución, tipo de refrigeración, según el combustible a ser utilizado, según su contextura etc.

## **2.3. Motor Chevrolet Sail S-TEC III 1.4L**

En el presente proyecto se utiliza un motor de combustión interna a gasolina de 4 tiempos, enfriado por refrigerante, de 4 cilindros en línea montado transversalmente con un mecanismo de válvulas DOHC siendo las siglas de doble árbol de levas sobre la culata, con una configuración de 4 válvulas por cilindro teniendo un árbol de levas para admisión y un árbol de levas para escape. Ambos árboles de leva son accionados mediante la cadena de distribución engranada con el cigüeñal.

## **2.4. Partes del motor de combustión interna a gasolina**

A continuación, se presentan los diversos componentes que conforman un motor de combustión interna Chevrolet Sail S-TEC III, 1.4 litros

- Elementos estructurales del motor
  - a) Bloque de cilindros
  - b) Culata
  - c) Tapa de balancines
  - d) Carter
- Elementos motrices del motor
  - a) Pistones
  - b) Segmentos
  - c) Bulones
  - d) Bielas
  - e) Cigüeñal
  - f) Chapa de bancada
  - g) Chapa de biela
- Mecanismos del motor
  - a) Distribución
  - b) Circuito de engrase

### **2.4.1. Bloque de cilindros Chevrolet S-TEC III 1.4L**

De acuerdo a conceptos de varios autores se llega a la conclusión que el bloque es un elemento fijo y el de mayores proporciones de todo el conjunto motor y está fabricado

generalmente en acero fundido sobre todo por factores de costo de producción, pero también suelen aplicarse aleaciones de aluminio o aluminio en su totalidad.

Es uno de los elementos más importantes ya que aloja en su interior elementos principales como: los pistones, bielas, cigüeñal, etc. Siendo encargado de soportar el trabajo que realiza los elementos móviles en su interior y la presión de los gases en el cilindro al momento de ser expandidos.

Según (Gillieri, 2005) brinda otro concepto “El bloque de cilindros es la base de todo motor. Junto con la culata comporta la base estática en la que va a apoyarse el conjunto completo del tren alternativo, el cigüeñal por la parte de abajo y los pistones a través de los cilindros”.

Dentro del bloque del motor se desempeña tanto el circuito de engrase, sistema de refrigeración y el mecanismo de distribución.

Los requisitos básicos que debe reunir el bloque de cilindros en un motor de combustión interna son los siguientes:

- Elevado nivel de masa con el fin de amortiguar los ruidos y vibraciones producidos al momento de trabajo.

- Requiere poseer una elevada rigidez estructural para que no exista deformación por el trabajo realizado y además de poder soportar accesorios como lo son el alternador, compresor de aire acondicionado, entre otros.

El bloque de cilindros va refrigerado generalmente por un fluido refrigerante donde su compuesto base es el etilenglicol y agua destilada, para así aminorar la oxidación. El refrigerante circula a través de varios ductos ampliando la superficie de contacto con el refrigerante y permita transferir el calor al radiador.

Su disposición de cilindros es de 4 cilindros en línea con un sistema de encendido en orden de 1-3-4-2 montado en el vehículo de manera transversal como se muestra en la Figura 2.





*Figura 2* Bloque de cilindros (Torres, 2019)

#### **2.4.2. Culata o cabeza de cilindros**

Este elemento es fijo y va situado en la parte superior del bloque, cerrando herméticamente los cilindros para dar lugar a la cámara de combustión, como muestra la Figura 3. Según (Crouse, 1993) dice que “La culata está fundida en una pieza de hierro, de hierro aleado con otros metales, o de una aleación de aluminio”.

En su interior se aloja las siguientes partes:

- Conductos de admisión y escape.
- Parte del sistema de distribución (ambos arboles de leva).
- Conductos de refrigeración.
- Conductos de lubricación.
- Orificio de bujía.
- Parte de la cámara de combustión.
- Conductos para tornillería de ajuste

Cualidades que debe poseer la culata:

- Permitir una buena turbulencia en la salida de gases de escape.
- Permitir una buena entrada de la mezcla de aire/combustible, maximizando la turbulencia para generar una mezcla ideal.
- Mantener la estanqueidad.
- Poder disipar el calor con facilidad.

- Ser lo suficientemente robusto para resistir las presiones que crean los gases en la cámara de combustión.

La culata del motor posee una forma hemisférica, la cual favorece a colocar las válvulas de admisión y escape una frente a la otra, en cierto ángulo para aumentar el efecto de barrido durante el traslape de válvulas. Además, esta forma hemisférica es la más compacta lo que favorece a ser la de menor recorrido de la llama al momento de la chispa de encendido.

Daños: Tiende a deformarse por el calor al ocurrir sobrecalentamientos. Ya que es mejor que se deforme la culata que el bloque del motor por motivos de costo y reparación. Otros daños pueden ser la mala manipulación de bujías al ser reemplazados y dañar la rosca. Además, puede sufrir daños de fisuras por tensiones térmicas debido a mal funcionamiento del sistema de refrigeración.



*Figura 3 Cabezote (Torres, 2019)*

El cabezote del presente estudio es DOHC (Doble árbol de levas a la cabeza, por sus siglas en inglés), que incluye dos árboles de levas de rotación en contra de la fuerza de combustión, y opera (apertura y cierre) las cuatro válvulas, causando que las cámaras de combustión ardan durante la rotación de los árboles de levas. Utilizando el bloque de cilindros y el pistón, la porción inferior de la cabeza de cilindros puede integrarse en la forma de la cobertura (llamadas cámaras de combustión). Por consiguiente, se usan cabezas de cilindro, que forman la cámara de combustión, hechas de aleación de aluminio, ya que este material tiene excelentes propiedades de enfriamiento y puede conservar su rigidez bajo condiciones de alta temperatura y presión de combustible. En el interior de la

cabeza del cilindro hay una cavidad de agua por donde circula refrigerante y ayuda de manera directa a la evacuación del calor.

### **2.4.3. Junta de culata o empaque de cabezote**

Es un elemento encargado de manejar la estanqueidad entre el bloque del motor y la culata de cilindros. Este elemento impide la comunicación de los espacios internos que el bloque y la culata poseen entre sí. Este elemento está sometido a altas presiones y temperatura por lo que debe durar la misma vida útil que el motor. Se debe usar la junta de culata requerida en caso de recibir una rectificación la culata y sea necesario compensar la altura para no ocurrir sobrecalentamientos. Se debe ser precavido con la posición, la junta lleva en sí marcas para la colocación y así evitar tapar algún orificio de lubricación o refrigeración, tal como se muestra en la Figura 4.



*Figura 4* Junta de cabezote (Torres, 2019)

Según (Sanz, La culata - Motores, 2017) define “La junta de culata es la encargada de hacer una unión estanca entre la culata y el bloque para evitar fugas de gas en la compresión. Además sella los conductos de refrigeración y engrase”.

#### 2.4.4. Cárter o colector de aceite de motor a 4 tiempos

Llamado también colector de aceite, va empernado a la parte de abajo del bloque de cilindros y sirve como un depósito de aceite. Según (Billiet, 1979) indica que “En algunos diseños se le aumentan aletas o paredes que sirven para disipar el calor y evitar que la bomba de aceite se quede sin trabajar así de esta manera pueda repartir el aceite a las distintas partes del motor”.

El cárter lleva un orificio con rosca para el perno de desalojo de aceite, para así dar mantenimiento al motor. Este perno se encuentra imantado en la punta para absorber los residuos por rozamiento de las piezas móviles y así el técnico pueda detectar alguna falla en el mecanismo, como se muestra en la Figura 5.



*Figura 5* Tapón de cárter (Torres, 2019)

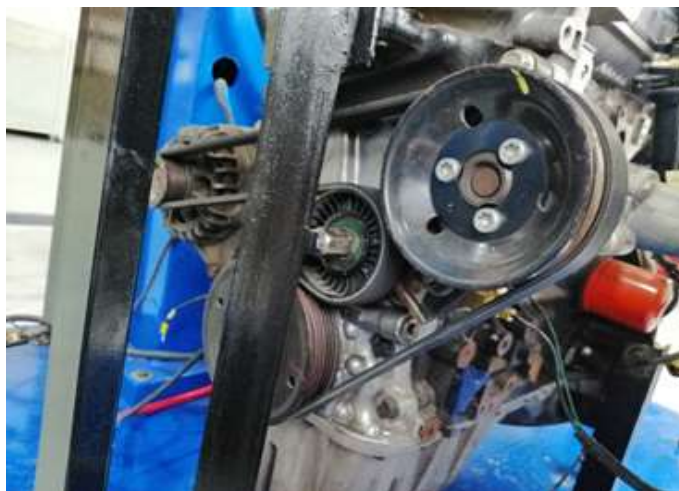
El cárter de aceite del motor está montado en la parte inferior del bloque de cilindros, como se muestra en la Figura 6. La cubierta del cárter de aceite cubre el cigüeñal, y está construida con una placa de metal estampado. La bomba de aceite bombea el aceite del motor desde el cárter de aceite. Después de pasar por el filtro de aceite, se conduce aceite para lubricación del bloque de cilindros y la cabeza del motor a través de dos trayectorias. En una ruta, el aceite se bombea a través de los conductos de aceite en el cigüeñal a las bielas, luego a los pistones y cilindros. Luego se drena y regresa al cárter de aceite. En la segunda trayectoria, el aceite es enviado a los árboles de levas a través de finos conductos. Antes de regresar al depósito del cárter, el aceite fluye por los conductos internos del árbol de levas para lubricar el tren de válvulas.



*Figura 6* Cárter (Torres, 2019)

#### **2.4.5. Sistema de regulación**

Ensamble la catalina del cigüeñal con la catalina de la banda de tiempo impulsora de los árboles de levas. También se tiene la ayuda de un tensor tipo hidráulico para ajustar la tensión de la banda, y esta última está apoyada sobre la guía, como se muestra en la Figura 7.



*Figura 7* Banda de tiempo (Torres, 2019)

#### **2.4.6. Cigüeñal**

Para el presente estudio y basándose en el motor Sail S-TECC III 1.4l, este se encuentra construido con hierro de resistencia, cuenta con cinco apoyos principales, estando soportados por los cojinetes principales del bloque del motor. Según (Kates, 1982) indica que “el cigüeñal está encargado de transformar el movimiento lineal de la biela, al ser ensamblado en los cuatro cojinetes de apoyo que en este caso son cojinetes monometálicos y empernados para dar como resultado un movimiento giratorio”, como se muestra en la Figura 8.



*Figura 8 Cigüeñal (Torres, 2019)*

#### **2.4.7. Bomba de aceite**

La bomba de aceite suministra el aceite al motor desde el cárter, y proporciona un flujo de aceite presurizado a cada parte del motor. La bomba de aceite va montada en la tapa delantera del motor, como se muestra en la Figura 9. Antes de la entrada de la bomba de aceite está montado un filtro de aceite para remover las impurezas que podrían tapan o dañar la bomba de aceite u otros componentes del motor. Cuando gira el cigüeñal, el engranaje impulsor de la bomba de aceite gira. Este expande continuamente el espacio entre el rotor interior y el rotor exterior, e impulsa el aceite en el cárter hacia el pasaje principal de aceite. Cuando el motor gira rápidamente, la bomba de aceite suministra más aceite que el demandado por el sistema de lubricación presurizado. La válvula de alivio evita que una gran cantidad de aceite ingrese al pasaje principal de aceite. Durante el suministro normal de aceite, la válvula de alivio se cierra por acción de la tensión de un

resorte, ya que todo el aceite se supe a los componentes del motor. Además, si la presión de aceite aumenta, ésta actuará contra el resorte hasta abrir la válvula. De este modo, el aceite regresa a la entrada de la bomba.



*Figura 9* Bomba de aceite (Torres, 2019)

#### **2.4.8. Pistón**

El pistón es fabricado en aluminio fundido y tiene un diseño de tipo ranura por el espacio que necesitan las válvulas, como se muestra en la Figura 10. Este elemento recibe la fuerza de la expansión de gases, lo cual impulsa de una manera fuerte hacia abajo en el punto muerto inferior. Este elemento debe soportar las altas temperaturas y las altas presiones al momento de la expansión de gases. El pistón cuenta con tres anillos para mantener la estanqueidad, los cuales son dos anillos de compresión (superior e intermedio) y un anillo de aceite que facilita el barrido del aceite del cilindro. Cabe recordar que si los segmentos son enumerados estos irían desde arriba hacia abajo o desde la corona hacia la falda del pistón.





*Figura 10* Pistón (Torres, 2019)

Según (Sanz, Comprobación de pistón, biela, cigüeñal y bloque (Motores), 2017) dice que “Los daños en los pistones están originados generalmente por la falta de engrase o por exceso de calor debido a fallos en la refrigeración. También por funcionamiento defectuoso del sistema de encendido o de los equipos de inyección de combustible”

#### **2.4.9. Biela**

Según (González Calleja D, 2011) establece que “Es el órgano mecánico que une al pistón, por medio del bulón, con el codo del cigüeñal, como se muestra en la Figura 11. Este acoplamiento realiza la función de transformar el movimiento alternativo del pistón en giratorio del cigüeñal, transmitiendo la fuerza de la explosión del primero al segundo. Su movimiento es complejo: traslación con velocidad variable para la unión al pistón y rotación sensiblemente uniforme para la unión al codo del cigüeñal. Un punto cualquiera del cuerpo de biela tiene un movimiento que puede ser considerado como resultante de la composición de los dos anteriores”.





*Figura 11 Biela (Torres, 2019)*

#### **2.4.10. Colector de escape**

El distribuidor de escape está ubicado en la cabeza del cilindro y canaliza el gas de escape hacia el convertidor catalítico fuera de la cámara de combustión, como se muestra en la Figura 12. Según (Billiet, 1979) establece que “Éste está diseñado para temperaturas y presiones continuas muy altas, y está construido de materiales de fundición de acero niobico de alta resistencia al calor”.



*Figura 12 Colector de escape (Torres, 2019)*

#### **2.4.11. Entrada del colector**

El múltiple de admisión es el pasaje del flujo de aire a la cámara de combustión del cilindro a través del cuerpo del acelerador y tiene un efecto en el torque, potencia, ruido, emisiones, ahorro de combustible y rendimiento del motor. Está construido en poliamida de polietileno para reducir su peso, tal como se muestra en la Figura 13. El sistema de válvulas se aplica en el tipo directo. Los árboles de levas de admisión/escape son impulsados mediante la rotación del eslabonamiento de árboles de levas, y su operación ocasiona que dos válvulas de admisión/dos válvulas de escape se abran/cierren. La operación completa ocasiona la combustión en la cavidad del cilindro. Debido al desempeño del sistema (tipo directo), el levantador entra en contacto con el contorno de la leva, y se deben mantener ciertas aperturas entre las válvulas de admisión y escape mediante la acción de los levantadores. Según (Crouse, 1993) establece que “El sistema de cada válvula consiste de el resorte de válvula, el sello del vástago de la válvula, el retenedor del resorte de la válvula y los segmentos del collar de la válvula”.



*Figura 13* Múltiple de admisión (Torres, 2019)

#### **2.4.12. Circuito de engrase**

El motor tiene como accesorio montada una bomba de aceite la cual gira con la banda única de accesorios. El aceite es tomado desde el cárter, pasando previamente por un

cernidero y un filtro de aceite para evitar que las impurezas causen daños a la bomba de aceite o algún mecanismo interno del motor. La bomba de aceite proporciona un flujo de aceite presurizado por todas las galerías de lubricación. Al momento de existir altas rpm la bomba suministra mayor cantidad de aceite que el requerido, por lo que la válvula de alivio se cierra por acción de la tensión del resorte. Regresando el aceite a la entrada de la bomba.

#### **2.4.13. Distribución**

El mecanismo de distribución de este motor se lleva en conjunto con una cadena, como se muestra en la Figura 14. La cadena lleva 3 eslabones marcados los cuales se ensamblan alineando las marcas de la catalina del cigüeñal en posición inferior y alineando las marcas de las catarinas de los árboles de leva en posición superior. La cadena va ajustada con la ayuda del tensor hidráulico montado a la izquierda y con apoyo de la guía montada a la derecha.



*Figura 14* Mecanismo de distribución (Torres, 2019)

#### **2.4.14. Descripción y operación del sistema de enfriamiento**

Un sistema de enfriamiento es capaz de mantener la temperatura del motor en cualquier condición de operación. Cuando el motor está frío, el sistema de enfriamiento enfría el motor lentamente o no lo enfría. Un proceso lento de enfriamiento hace que el motor se caliente rápidamente.

El sistema de enfriamiento incluye un ensamble de recuperación del refrigerante del radiador, ventiladores de enfriamiento, un termostato y alojamiento, una bomba de refrigerante y una banda impulsora de la bomba de refrigerante. La banda de tiempo acciona la bomba de refrigerante.

Todos los componentes deben funcionar bien para que funcione el sistema de enfriamiento. La bomba de refrigerante extrae el refrigerante del radiador. Entonces el refrigerante circula por las camisas de enfriamiento del bloque de cilindros, el múltiple de admisión y la cabeza.

Cuando el refrigerante alcanza la temperatura de funcionamiento del termostato, éste se abre. Entonces el refrigerante regresa al radiador en donde se enfría.

El sistema dirige algo de refrigerante por las mangueras hacia el núcleo del calentador. Esto suministra la calefacción y descongelación en caso de contar con temperaturas extremadamente bajas. El tanque igualador se conecta al radiador para recuperar el refrigerante que se ha desplazado por la expansión de las temperaturas elevadas. El tanque igualador mantiene el nivel correcto de refrigerante.

El sistema de enfriamiento de este vehículo no tiene tapa de radiador o de llenado. El refrigerante se añade al sistema de enfriamiento a través del tanque igualador.

#### **2.4.15. Radiador**

Este vehículo tiene un radiador de aluminio de tubos y aletas ligeros. Hay varios tipos de radiadores de acuerdo a su capacidad. Los tanques plásticos están instalados a la derecha e izquierda del núcleo del radiador, como se muestra en la Figura 15.



*Figura 15 Radiador (Torres, 2019)*

Según (Flórez, Motores alternativos de combustión interna, 2010) establece que “En los vehículos equipados con transejes automáticos, los conductos del enfriador del líquido del transeje pasan por el tanque izquierdo del radiador. Hay una llave de purga en el radiador”.

Para drenar el sistema de enfriamiento, se tiene que abrir el tapón ubicado en la parte inferior del radiador.

#### **2.4.16. Tanque de reserva o igualador**

El tanque de compensación es un depósito de plástico transparente, similar al depósito del lavaparabrisas, como se muestra en la Figura 16.



*Figura 16 Tanque de reserva (Torres, 2019)*

El tanque igualador está conectado al radiador por una manguera y con otra al sistema de enfriamiento del motor. A medida que se conduce el vehículo, el refrigerante del motor se calienta y expande gradualmente. La porción del refrigerante del motor que se desplaza por esta expansión fluye del radiador y del motor hacia el tanque igualador. El aire atrapado en el radiador y motor se desgasifica en el tanque igualador.

Cuando el motor se detiene, el refrigerante se enfría y se contrae. El refrigerante del motor desplazado entonces regresa al radiador y al motor. Esto mantiene el radiador lleno de refrigerante en el nivel deseado en todo momento e incrementa la eficiencia de enfriamiento.

Mantenga el nivel del refrigerante entre las marcas MIN (mínima) y MAX (máxima) en el tanque igualador cuando el motor está frío.

Advertencia: Siempre que haya presión en el sistema de enfriamiento, la temperatura puede ser considerablemente más alta que la temperatura de ebullición de la solución en el radiador, sin que la solución entre en ebullición. Si se quita la tapa de presión mientras el motor está caliente y la presión alta, la solución hervirá en forma instantánea, posiblemente en forma explosiva lanzando la solución sobre el motor, defensas y la persona que quita la tapa, como se muestra en la Figura 17.



*Figura 17* Tapa de tanque de reserva (Torres, 2019)

#### **2.4.17. Bomba de refrigerante o agua**

Una bomba centrífuga para agua, impulsada por una banda, consiste en un impulsor, un eje impulsor, y una polea para la banda, como se muestra en la Figura 18. La bomba del refrigerante está instalada en la parte delantera del motor instalado de forma transversal y es impulsado por una banda de tiempo.

El impulsor cuenta con el soporte de un cojinete totalmente sellado.

La bomba del refrigerante recibe servicio como un ensamble, por consiguiente, no se puede desensamblar.



*Figura 18* Bomba de refrigerante (Torres, 2019)

#### **2.4.18. Termostato**

Este motor posee un termostato tipo perdigón de cera controla el flujo del refrigerante del motor a través del sistema de enfriamiento del motor, como se muestra en la Figura 19. El termostato está montado en el alojamiento del termostato en la parte delantera de la cabeza del motor.



*Figura 19* Termostato (Torres, 2019)

El termostato detiene el flujo de refrigerante del motor del motor al radiador para proporcionar un calentamiento más rápido y para regular la temperatura del refrigerante. El termostato permanece cerrado mientras el refrigerante del motor está frío, lo que evita la circulación del refrigerante del motor por el radiador. En este punto, se deja que el refrigerante circule sólo por el núcleo del calentador para calentar el motor rápidamente y de forma uniforme.

Conforme se calienta el motor, se abre el termostato. Esto permite que el refrigerante del motor fluya por el radiador en donde el calor se disipa. Esta abertura y cerrado del termostato permite que suficiente refrigerante entre al radiador para mantener el motor dentro de los límites adecuados de temperatura del motor.

El perdigón de cera del termostato se sella herméticamente en un estuche de metal. El elemento de cera del termostato se expande cuando se calienta y se contrae al enfriarse.

Conforme se conduce el vehículo y se calienta el motor, aumenta la temperatura del refrigerante del motor. Cuando el refrigerante del motor alcanza cierta temperatura, el elemento de perdigón de cera del termostato se expande y ejerce presión sobre el estuche de metal, lo que obliga la apertura de la válvula. Esto permite que fluya el refrigerante del motor a través del sistema de enfriamiento del motor y se enfríe el motor.

A medida que el perdigón de cera se enfría, la reducción permite que un resorte cierre la válvula.



De acuerdo con las especificaciones técnicas (Chevrolet, 2012) establece que “El termostato comienza a abrirse a 87°C (189°F) y queda completamente abierto a 102°C (216°F). El termostato se cierra a 86°C (187°F)”.

#### **2.4.19. Ventilador del sistema de refrigeración**

El aspa de enfriamiento está montada detrás del radiador en el compartimiento del motor. Un ventilador eléctrico para enfriamiento aumenta la ventilación a través de las aletas del radiador y del condensador. Esto ayuda a acelerar el enfriamiento cuando el vehículo opera en vacío o se mueve a baja velocidad.

El ventilador, de 366 mm (14.4pulg) de diámetro, tiene 7 aspas que ayudan a que el aire circule a través del radiador y del condensador. Hay un motor eléctrico conectado al soporte del radiador para impulsar al ventilador, como se muestra en la Figura 20.



*Figura 20 Ventilador de sistema de refrigeración (Torres, 2019)*

#### **2.4.20. Sensor de temperatura del refrigerante del motor**

Usando el termistor, un sensor de temperatura del refrigerante motor (ECT) controla el voltaje de la señal suministrada al módulo de control del motor (ECM) y controla la lámpara indicadora de temperatura en el tablero de instrumentos. El sensor ECT está en la cabeza del cilindro. De acuerdo al manual (Chevrolet, 2012) establece que se debe consultar de acuerdo a sus parámetros para proceder a su sustitución.

### **2.4.21. Calentador de bloque de motor**

Puede instalarse en el vehículo un calentador del bloque del motor acorde con el diseño. La función de un calentador del bloque del motor es ayudar a calentar el motor y mejorar su desempeño en arranques en frío. También ayuda a reducir el consumo de combustible durante el calentamiento de un motor frío. Está en el extremo del tapón existente para congelación del bloque del motor y se debe instalar con los tapones de expansión existentes.

## **2.5. Operación de un motor de combustión interna**

Para conocer como es el funcionamiento de un motor de 4 tiempos a gasolina o conocido como motor Otto nos vamos a basarnos en su ciclo de funcionamiento en el que se nos describe cuales son los procesos que se llevan a cabo para que el poder calorífico del combustible se transforme en energía mecánica o movimiento.

### **2.5.1. Ciclo Otto**

El motor Otto o conocido en nuestro medio como a gasolina, este es un motor alternativo de combustión interna, que su encendido lo logra a través del salto de una chispa y de esta manera transforma la energía química del combustible en energía mecánica o cinética.

Según (Vallecillos, 2017) dice que “El ciclo Otto es el ciclo termodinámico que se aplica en los motores de combustión interna de encendido provocado (motores de gasolina)”.

El inicio se lo considera con el ingreso de la mezcla parcialmente homogénea de gasolina y aire fuera de la cámara de combustión ya sea por el sistema de carburador o inyección electrónica, Esta mezcla es canalizada hacia la cámara de combustión, donde posteriormente será comprimida. La combustión se iniciará a través de un sistema de encendido externo al motor de control temporizado. En el interior se encuentra la cámara de combustión donde se llevará a cabo la combustión, inflamándose en el interior del

cilindro y así quema la mezcla aire combustible, esta combustión genera gases combustionados los mismos de luego de concluir esta fase son evacuados al exterior a través del sistema de escape del motor, siendo así cómo se cumple un ciclo completo en el motor Otto o a gasolina.

Realizando un consolidado de las fases en el proceso de todo es ciclo de funcionamiento del motor de combustión interna a gasolina tenemos los siguientes:

- Admisión
- Compresión
- Trabajo
- Escape

## **2.6. Geometría del motor de Combustión interna a gasolina**

### **2.6.1. Cilindrada**

Se considera a la cilindrada como el espacio volumétrico comprendido en el cilindro entre el punto muerto superior y el punto muerto inferior. Pero toca tener en cuenta el tipo de cilindrada ya que cuando se refiere de un solo cilindro se conoce como cilindrada unitaria, pero si se toma en consideración todos los cilindros del motor en cambio se conoce como cilindrada total o de motor.

La consideración que se debe tener en cuenta es que el diámetro es el del cilindro y la carrera o desplazamiento es del pistón.

- El modelo matemático para cilindrada según (Bohner, 1980) es el siguiente:

### **2.6.2. Cilindrada unitaria**

$$Vh = A * s$$

Dónde:

$Vh$  = Cilindrada unitaria [ $\text{cm}^3$  o l]

A = Área transversal del cilindro del motor [cm<sup>2</sup>]

S = Carrera del pistón [mm]

$$Vh = \frac{D^2 * \pi * s}{4}$$

Dónde:

D = Diámetro del cilindro del motor [mm]

### 2.6.3. Cilindrada total

$$VH = Vh * i$$

$$VH = \frac{D^2 * \pi * s * i}{4}$$

Dónde:

VH = Cilindrada total [cm<sup>3</sup> o l]

i = Número de cilindros

### 2.6.4. Relación carrera diámetro

Sabiendo que la carrera dentro de la geometría de un motor es la distancia o recorrido desde el punto muerto inferior y el punto muerto superior y la consideración del diámetro es el del cilindro o el del pistón aumentado la holgura de sus lados.

Ahora la relación que se genera entre el diámetro del cilindro y la carrera o desplazamiento del pistón se la denomina relación de carrera a diámetro.

- Su modelo matemático según (Bohner, 1980) es el siguiente:

$$\alpha = \frac{s}{D}$$

Dónde:

$\alpha$  = Relación de carrera a diámetro

Y su consideración es la siguiente:

- Si el resultado de esta relación es mayor a 1, esto determina que es un motor con carrera larga.
- Si el resultado de esta relación es igual a 1, esto determina que es un motor con carrera cuadrada.
- Si el resultado de esta relación es menor a 1, esto determina que es un motor con carrera corta.

### 2.6.5. Grado de admisión

Durante los ciclos de trabajo dentro de un cilindro quedan gases remanentes que interrumpen al llenado de los gases frescos dentro del cilindro, generando esto una menor cilindrada en la realidad, por ende, a la relación entre la aspiración efectiva de mezcla de combustible nueva y la cilindrada se la conoce con el nombre de grado de admisión.

- Su modelo matemático según (Bohner, 1980) es el siguiente:

$$n_f = \frac{V_F}{V_h}$$

Dónde:

$V_F$  = Cantidad de gas nuevo [cm<sup>3</sup> o l]

$n_f$  = Grado de admisión

A partir de este modelo matemático se puede encontrar también otras variables como lo son:

Cantidad de gas nuevo que es el resultado del producto entre el grado de admisión y la cilindrada unitaria.

$$V_F = n_F * V_h$$

Ahora de esta última fórmula también se puede multiplicar por las revoluciones por minuto del motor y por su número de cilindros para de esta manera obtener la cantidad de gas nuevo aspirado por minuto en un motor a cuatro tiempos. De esta manera:

$$V_{F_{min}} = \frac{n_F * V_h * i * n}{2}$$

Donde:

$V_{F_{min}}$  = Cantidad de gas nuevo [l/min]

Aquí se presenta una observación y es que esta fórmula es dividida para 2 ya que el ciclo completo en un motor a 4 tiempos se realiza en dos vueltas completas del cigüeñal cumpliéndose así una sola aspiración, y en el caso de motores de 2 tiempos solo se le divide para la unidad.

### **2.6.6. Relación de compresión**

Al momento de realizar una explicación referente a que es la relación de compresión en un motor de combustión interna a gasolina nos referimos al momento en que en la fase conocida como compresión aquí se comprime conjuntamente la mezcla aspirada de combustible y el aire o el aire puro hasta un volumen reducido. El objetivo de la compresión es elevar la potencia y de esta manera se logra lo siguiente:

- Aumento de presión en el cilindro.
- Aumento de la temperatura.
- Generación de una mezcla más homogeneizada entre el aire y combustible.
- La gasificación íntegra de la mezcla aire combustible en este tipo de motores.

En definitiva, la relación de compresión indica cuántas veces es mayor el volumen del cilindro que la cámara de compresión, es decir cuánto se reduce por compresión el volumen original de la mezcla aire combustible o aire puro.

- Su modelo matemático según (Bohner, 1980) es el siguiente:

$$\varepsilon = \frac{V_h + V_c}{V_c}$$

Dónde:

$\varepsilon$  = Relación de compresión

$V_c$  = Cámara de compresión [cm<sup>3</sup> ol]

- El modelo matemático de la cámara de compresión según (Bohner, 1980) es el siguiente:

$$V_c = \frac{V_h}{\varepsilon - 1}$$

Y para el aumento de la compresión el modelo matemático según (Bohner, 1980) es el siguiente:

$$X = \frac{s}{\varepsilon_a - 1} - \frac{s}{\varepsilon_n - 1}$$

Dónde:

$X$  = Aplanado [mm]

$\varepsilon_a$  = Relación de compresión anterior al aplanado

$\varepsilon_n$  = Relación de compresión después del aplanado

## 2.7. Descripción del motor Chevrolet S-TEC III 1.4L

De acuerdo a (Chevrolet, 2012) establece que “El número de serie (2) del motor 1.4L se encuentra en el lado izquierdo en la parte trasera del bloque de cilindros del motor y ha sido estampado o grabado con láser en el bloque en la planta de ensamble.

Así mismo, la etiqueta con el número de serie y la etiqueta con el código de difusión del motor (1)”, como se muestra en la Figura 21.

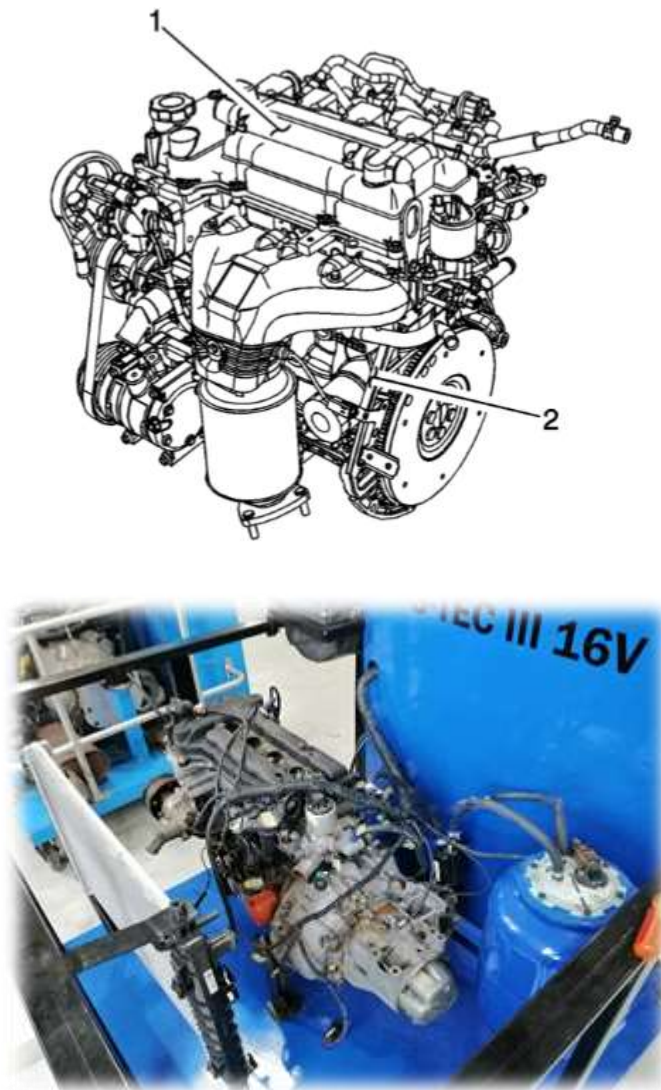


Figura 21 Motor Chevrolet S-TEC III 1.4L (G.M., 2012)



Tabla 1. Datos técnicos motor Chevrolet Sail S-TEC III 1.4L

### MOTOR CHEVROLET S-TEC III 1.4L

---

Tipo de motor	4 cilindros en línea
Desplazamiento	1399 cm <sup>3</sup>
Razón de compresión	10.2
Secuencia de ignición	1-3-4-2
Número de válvulas	16
Potencia	102 HP @ 6,000 rpm
Torque	131 Nm @ 4,200 rpm

#### 2.7.1. Descripción del código de ensamble y número de motor

Para la identificación todo vehículo cuenta con una placa que permite observar una codificación en la que indica varios parámetros del motor como se describe en la figura 22.

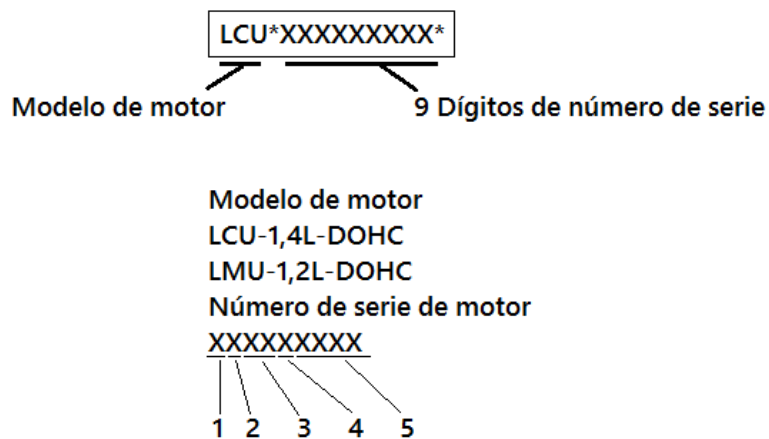


Figura 22 Numero de motor (G.M., 2012)

- 1.- Código del año de fabricación
- 2.- Código del mes
- 3.- Código de la fecha
- 4.- Código de la línea de producción del motor
- 5.- Número de secuencia de manufactura

### 2.7.2. Descripción del código de ensamble

El código de ensamble sirve para identificar el motor, ya que es un código único e irrepetible, consiste en varias partes como se muestra en la Figura 23.

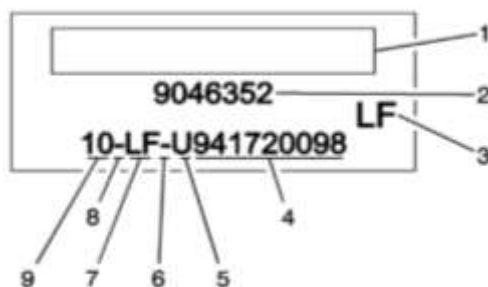


Figura 23 Código de ensamble (G.M., 2012)

- 1.- Código de barras
- 2.- Número de ensamble de motor
- 3.- Código de motor (1.4L LCU es LF, 1.2L LMU es LL)
- 4.- Número de serie de nueve dígitos
- 5.- Código de planta de motor
- 6.- Carácter separador
- 7.- Código de motor (1.4L LCU es LF, 1.2L LMU es LL)
- 8.- Carácter separador
- 9.- El número de identificación de parte del motor es 10

## **CAPÍTULO III**

### **DESMONTAJE Y MONTAJE DEL MOTOR**

#### **3.1. Generalidades**

Describiendo al presente capítulo de la investigación se presenta claramente el desmontaje del motor Chevrolet Sail S- TEC III 1.4l, partiendo desde el desprendimiento de sus bases y acoplamiento con el sistema de transmisión tomando en cuenta elementos principales como lo son la ubicación de cada uno de sus componentes externos, así como todos los conectores tanto de sensores como actuadores. Teniendo en cuenta que el propósito en definitiva es el de fomentar la habilidad que se requiere para llevar a cabo el desmontaje de cada una de sus partes, así como el manejo adecuado de las herramientas siguiendo un proceso adecuado de trabajo, metodológico y ordenado, para que de esta manera el profesional técnico tenga el fundamento teórico y práctico de cómo se realiza este proceso.

Antes de proceder al desmontaje el motor desde encontrarse completamente limpio y as su vez tomar todas las medidas de seguridad del caso, así como tener en cuenta cada una de las partes como se encuentra constituido o armado el motor.

Cuando se realiza el proceso de mantenimiento correctivo a cualquier parte interna del motor, la limpieza y el cuidado son importantes. Se debe aplicar una capa generosa de aceite de motor a las áreas de fricción durante el ensamblaje para proteger y lubricar las superficies durante la operación inicial.

Como parte del procedimiento de reparación, se deben proteger y limpiar apropiadamente las superficies maquinadas y las áreas de fricción. Esta se considera una práctica regular de servicio incluso si no se expresa específicamente.

Cuando se retiran los componentes del tren de la válvula, se debe conservar el orden. Las partes deben ser colocadas en la posición original y con la misma superficie de contacto.

Desconectar los cables de batería negativos antes de realizar cualquier trabajo importante en el motor. Su omisión puede ocasionar daños al arnés de cableado u otros componentes electrónicos.

En cuanto a lo que corresponde a la identificación del motor antes de proceder al desarmado es el conocer el serial del motor 1.4L siendo su ubicación en el lado izquierdo en la parte trasera del bloque de cilindros del motor y ha sido estampado o grabado con láser en el bloque en la planta de ensamble. Asimismo, la misma etiqueta con el número de serie y la etiqueta con el código de difusión del motor

Otra situación por tomar en cuenta es que todos los fluidos que se encuentren en el motor deber ser evacuados y colocados en un lugar designado por las personas de control de medioambiente.

Durante este proceso se lleva a cabo el desarmado de cada uno de sus componentes que se encuentre adherido o suspendido al bloque de cilindros, tomando en cuenta o la precaución que se debe tener con los elementos de desmontaje rápido o en este caso el sistema de sincronización de la distribución o accesorios.

### **3.2. Limpieza y cuidado en la reparación del motor**

Un motor de automóvil es una combinación de muchas superficies maquinadas, afiladas, pulidas y recubiertas con tolerancias medidas en diezmilésimas de pulgada. Cuando da servicio a cualquier parte interna del motor, la limpieza y el cuidado son importantes. Se debe aplicar una capa generosa de aceite de motor a las áreas de fricción durante el ensamblaje para proteger y lubricar las superficies durante la operación inicial.

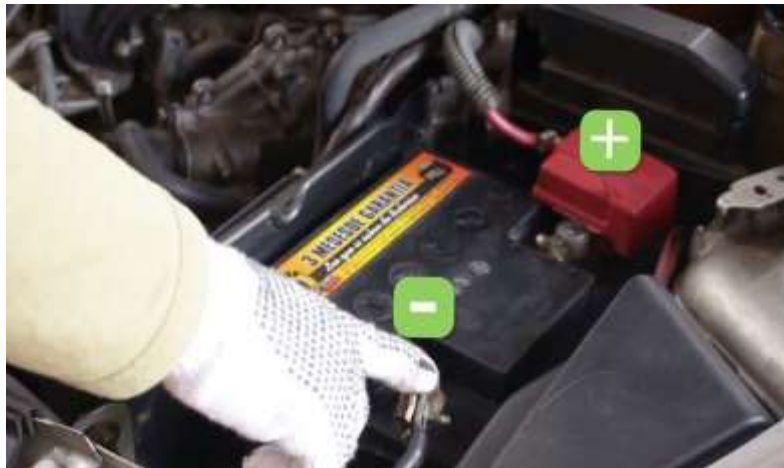
Como parte del procedimiento de reparación, se deben proteger y limpiar apropiadamente las superficies maquinadas y las áreas de fricción. Esta se considera una práctica regular de servicio incluso si no se expresa específicamente.

Cuando retire los componentes del tren de la válvula, consérvelos en orden. Las partes deben ser colocadas en la posición original y con la misma superficie de contacto.

Desconecte los cables de batería negativos antes de realizar cualquier trabajo importante en el motor. Su omisión puede ocasionar daños al arnés de cableado u otros componentes electrónicos.

### 3.3. Proceso de desmontaje del motor del vehículo Chevrolet Sail 1.4l

Inicialmente se debe proceder a desconectar el cable negativo de la batería con la ayuda de una llave de boca de 11mm, esto permitirá trabajar sin presencia de riesgos por cortocircuitos e incendios, como se muestra en la Figura 24.



*Figura 24* Borne negativo de batería (Torres, 2019)

Posteriormente se libera la presión en las cañerías de alimentación de combustible evitando que se generen derramamiento de este, tomando en cuenta que absolutamente todo el motor no debe tener combustible en sus conductos.

Con la ayuda de un destornillador plano se procede a desinstalar el depurador donde se encuentra internamente el filtro de aire para posteriormente dejarlo ubicado en un lugar seguro y protegido de impurezas como se muestra en la Figura 25.



*Figura 25* Ensamble de filtro de aire (Torres, 2019)

Drenar el sistema de enfriamiento, teniendo en cuenta que el derramamiento del refrigerante ya que este debe ser recolectado en un recipiente adecuado y hermético, como se muestra en la Figura 26.



*Figura 26* Drenaje del sistema de enfriamiento (Torres, 2019)

Drenar el sistema de lubricación, esto consiste en retirar todo el aceite que se encuentra dentro del motor, pero considerar que no se generen derramamientos de este fluido por el piso, sobre todo para evitar accidente por parte de los estudiantes que realicen

este proceso de desarmado, también se debe tener en cuenta que el motor debe permanecer de forma horizontal y seguro. Posteriormente retirar la tapa de llenado de aceite, bayoneta y proceder a retirar conjuntamente el filtro de aceite, luego de este proceso retirar el tapón del cárter para así drenar el aceite del motor a ser desarmado, como se muestra en la Figura 27.



*Figura 27 Drenaje de aceite (Torres, 2019)*

Retirar los cables de masa del motor de la barra separadora superior del extremo frontal, con la ayuda de la herramienta correcta que para este caso es una llave de boca de 12mm.

Desconectar los conectores de los arneses de cableado del motor de los módulos de control, como se muestra en la Figura 28. Asegurar el arnés que se encuentre libre y marcar cada uno de estos para tener en cuenta al momento del proceso de montaje.

Como precaución y si no se tiene la experiencia suficiente se recomienda marcar cada uno de los conectores y arneses de cada componente que lo requiera, para posteriormente almacenarlos en un lugar seguro y ordenado, estos cuidados permitirán que en el momento del montaje todos los elementos tendrán su lugar de acoplamiento correcto.





*Figura 28 Arnés de cableado (Torres, 2019)*

Retirar el tubo de salida de calefacción del cuerpo del acelerador del tanque igualador del radiador, esto desconectará del sistema de calefacción del vehículo y se lo realiza con pinzas de punta plana.

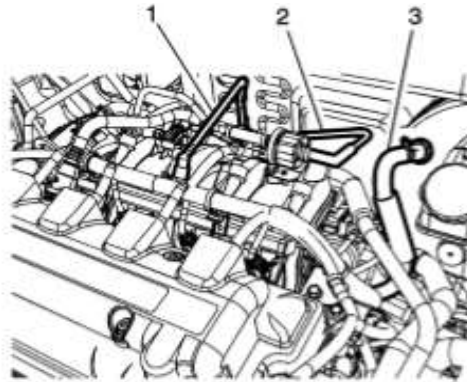
Retirar la manguera del tanque de compensación del radiador. Asegurar correctamente la manguera del tanque de compensación al motor, esta función se la realiza con un destornillador de punta plana, como se muestra en la Figura 29.



*Figura 29 Manguera de tanque de compensación al motor (Torres, 2019)*

De acuerdo al fabricante (Chevrolet, 2012) nos indica que “se necesita retirar la manguera (3) del refuerzo de vacío de freno del distribuidor de admisión.

Desconectar el tubo de alimentación de combustible (1) del soporte del riel de combustible, y desconectar el tubo de combustible (2) del solenoide de purga de evaporación de combustible”, como se muestra en la Figura 30.



*Figura 30* Riel de combustible (G.M., 2012)

Desconectar la manguera que conecta al radiador con el motor de combustión interna con la ayuda de una pinza de puntas planas.

Desconectar la manguera de entrada del radiador del motor realizando una pequeña presión sobre la bincha de la abrazadera con la ayuda de unas pinzas de punta plana, como se muestra en la Figura 31.



*Figura 31* Manguera de refrigeración (Torres, 2019)

Desmontar las bases del motor para que de esta manera quede libre y posteriormente con la ayuda de un tecele proceder a retirarlo y colocarlo en el lugar de despiece.

Posteriormente desconectar el sensor de oxígeno, para de esta manera retirar el tubo de escape.

Con la ayuda de un dado 13mm proceder a retirar los 10 pernos que conectan al múltiple de escape con el cabezote de cilindros, como se muestra en la Figura 32.



*Figura 32 Múltiple de escape (Torres, 2019)*

Con el dado de 21mm y la palanca de fuerza, aflojar y retirar los pernos sujetadores de la caja de transmisión los mismos que van sujetos al bloque de cilindros y al cárter de aceite.

Al soltar lentamente el dispositivo de apoyo del motor, bajar lentamente el motor con todas las medidas de seguridad que lo amerite y desprender la conexión del motor y transmisión con un ligero movimiento entre los dos dispositivos.

### **3.4. Desmontaje de accesorios**

Una vez que el motor se encuentra en el área de desmontaje se debe proceder a retirar todos sus accesorios teniendo en cuenta cada uno de los elementos, así como su orden y ubicación, para lo cual se recomienda marcar cada uno de sus componentes y

clasificar toda la tornillería o elementos de sujeción, etiquetar cada uno, para de esta manera no tener inconvenientes ni confusiones al momento del montaje

Luego de tomar todas las indicaciones que se presentaron procedemos a desmontar el motor de arranque con la ayuda de un dado de 12mm, recordando que este cuenta con 2 pernos de sujeción, como se muestra en la Figura 33.

En el caso que después de una verificación se detecte que requiere mantenimiento se recomienda direccionarlo al departamento técnico de electricidad del automóvil para su respectivo mantenimiento.



*Figura 33* Motor de arranque (Torres, 2019)

Desmontar la banda de accesorios, teniendo en cuenta como es su disposición para posteriormente liberar presión de la banda de accesorios al momento de aflojar el templador con la ayuda de un dado de 17mm

Luego de haber liberado el motor de arranque se procede al desmonte el alternador, con la ayuda de una llave tipo corona de 16mm sobre los dos pernos que sujetan a este elemento, como se muestra en la Figura 34.



*Figura 34* Alternador (Torres, 2019)

Enclavar y retirar el volante de inercia, desmontando sus seis pernos de sujeción con el dado hexagonal de 17mm para posteriormente colocarlo sobre una superficie segura, como se muestra en la Figura 35.



*Figura 35* Volante de inercia (Torres, 2019)

### 3.5. Desmontaje del cabezote o culata de cilindros

Para proceder a desmontar el cabezote se tiene que estar seguro de que se retiró cada uno de los accesorios del motor como lo son, bobinas, riel de inyección de combustible, tapaválvulas, poleas, correa de accesorios, arneses, sensores, actuadores, bomba de agua, tapa delantera del motor, bujías y demás elementos que impida realizar este proceso.

Desmontar la cubierta de bobina de ignición, para retirar este elemento se debe extraer 4 pernos con un hexagonal de 1/8in, como se muestra en la Figura 36.



*Figura 36* Cubierta de bobina (Torres, 2019)

Retirar las bobinas, luego de desmontar la cubierta de bobina conectora se procede a aflojar los pernos que sujetan a las bobinas con la ayuda de una llave de boca de 10mm. Cabe recalcar que las bobinas tienen posición por cilindro por este motivo se recomienda marcar cada una de estas, como se muestra en la Figura 37.





*Figura 37 Bobinas (Torres, 2019)*

Para desmontar las cuatro bujías que posee este motor, se lo realiza con la ayuda de una palanca de fuerza, una extensión y un dado de bujías 5/8in con mando de 1/2in, como se muestra en la Figura 38.



*Figura 38 Desmontaje de bujías (Torres, 2019)*

Desacoplar el riel de combustible, este procedimiento es de retirar dos pernos de sujeción con una llave de boca de 12mm, para luego con una cierta presión desmontar todo el riel, como se muestra en la Figura 39.



*Figura 39* Desacople de riel de combustible (Torres, 2019)

Desacoplar el múltiple de admisión, este cuerpo de admisión debe ser removido con la ayuda de un dado 12mm ya que se encuentra sostenido con 3 pernos y 2 tuercas, también se procede a desmontar el conector metálico de ingreso de refrigerante que posee dos pernos con un dado de 10mm, como se ve en la Figura 40.



*Figura 40* Desacople múltiple de admisión (Torres, 2019)

Desmontar el tapaválvulas, con una palanca de fuerzas y un dado 10mm, para lo cual se procede a retirar 14 pernos de sujeción, como se ve en la Figura 41.





*Figura 41* Desmontaje tapaválvulas (Torres, 2019)

Remover la polea del cigüeñal, con la ayuda de un dado hexagonal 19mm, pero considerando que toca trabar en el cigüeñal, como se ve en la Figura 42., así mismo se debe tomar en cuenta que todo motor lleva ciertas figuras o signos que genera el fabricante



*Figura 42* Remover polea de cigüeñal (Torres, 2019)

Luego de retirar la polea del cigüeñal se procede a desmontar la polea de la bomba de agua, con la herramienta torx T-45 con el conjunto palanca de fuerza, luego de esto se procede a desmontar 3 pernos, como se ve en la Figura 43.



*Figura 43* Desmontaje polea de bomba de agua (Torres, 2019)

Desmontar la tapa de bomba de agua, retirar 2 tuercas y 3 pernos, como se ve en la Figura 44., pero se tiene que tomar muy en cuenta el estado de este elemento como lo son los alabes y el juego que este debe tener, realizando pequeños desplazamientos de movimiento.



*Figura 44* Desmontaje tapa de bomba de agua (G.M., 2012)

Retirar la tapa delantera del motor extrayendo 8 pernos con la ayuda de palanca de fuerzas y dado 12mm, como se ve en la Figura 45. Así mismo se tiene que tomar en cuenta que en la tapa delantera del motor lleva alojado el retenedor delantero del cigüeñal para lo cual se debe tener en cuenta su numeración.



*Figura 45* Tapa delantera del motor (Torres, 2019)

Extraer el retenedor delantero de la tapa delantera del motor con la ayuda de un extractor de retenedores que permite no dañar la superficie donde va alojado.

Retirar la tapa posterior del motor extrayendo 6 pernos con la ayuda de palanca de fuerzas y dado 12mm, como se ve en la Figura 46



*Figura 46* Tapa posterior del motor (G.M., 2012)

Extraer el retenedor posterior de la tapa del motor posterior con la ayuda de un extractor de retenedores para evitar dañar la superficie, tomando en cuenta la numeración del retenedor.

Desmontar el cárter, esto se procede a realizar retirando 18 pernos de la base con una palanca de fuerzas y un dado 10mm y 3 pernos laterales con un dado 12mm, como se ve en la Figura 47



*Figura 47* Cárter de motor (Torres, 2019)

Desacoplar la cadena de distribución, con una palanca de fuerzas y un dado 12mm y removiendo el templador, así como los rieles o guías de la cadena, tal como se ve en la Figura 48.



*Figura 48* Distribución (Torres, 2019)

Desarmar los cojinetes de árbol de levas, proceder a aflojar los pernos de manera uniforme entre todos los ejes de levas para evitar pandeos, esto se realiza con la ayuda de una palanca de fuerzas y un dado 10mm, como se ve en la Figura 49.



*Figura 49* Árboles de leva (Torres, 2019)

Desmontar los árboles de levas, luego de proceder a desmontar se recomienda colocarlos en una parte segura y suspendidos de forma horizontal o vertical para evitar pandeos del elemento, como se muestra en la Figura 50



*Figura 50* Árboles de levas (Torres, 2019)

Una vez retirado los accesorios y elementos acoplados al conjunto del cabezote se procede a desmontar este elemento, aplicando el procedimiento correcto que es el de seguir

la secuencia al momento de aflojar los pernos de manera uniforme y para su retiro completo debe ser en tres fases, considerando que se empieza aflojar desde los extremos hacia el centro para así evitar pandeo del cabezote. Para este proceso se utiliza un dado con terminación o punta triple cuadro de 10mm y una palanca de fuerzas, como se muestra en la Figura 51



*Figura 51* Desmontaje de cabezote (Torres, 2019)

Retirar la junta del cabezote y limpiar los residuos con cuidado, para evitar daños en la superficie, para lo cual se utiliza herramientas no metalizas y disolventes o desengrasantes de aplicación automotriz, como se muestra en la Figura 52



*Figura 52* Remover junta de culata (Torres, 2019)



### 3.6. Desmontaje de tren alternativo

Para desmontar el tren alternativo del motor Sail S-TEC III, les corresponde a los elementos siguientes: Pistón, biela, bulón, segmentos, bancadas de biela y cigüeñal y propiamente el cigüeñal, como se muestra en la Figura 53. Teniendo en cuenta esto se procede a realizar el desmontaje de la siguiente manera:

Desmontar las bancadas de biela, teniendo en cuenta que el bloque de cilindros debe estar asegurado y en una superficie completamente horizontal, para así evitar algún tipo de accidente.



*Figura 53* Desmontaje de bancadas de cigüeñal (Torres, 2019)

Luego de haber retirado las tapas de biela se procede a extraer los cojinetes de biela, este procedimiento es sencillo ya que solo se genera presión a un costado del cojinete y este es retirado, pero cabe tomar en cuenta la ubicación que mantiene y de qué número de biela corresponde, esto permitirá determinar si existe alguna avería con el elemento en evaluación, como se muestra en la Figura 54.



*Figura 54 Extracción de cojinetes (Torres, 2019)*

Luego aplicando una pequeña presión sobre las bielas se extrae de conjunto pistón biela por la parte superior del bloque de cilindros, tomando en cuenta la posición y el número que representa de acuerdo al cilindro, como se muestra en la Figura 55.



*Figura 55 Extracción de pistones y bielas (Torres, 2019)*

Una vez que el conjunto pistón biela se encuentra fuera del bloque de cilindros se procede a extraer el bulón, este elemento se extrae al retirar los seguros que se encuentran en las ranuras de sujeción en el pistón.



Con el pistón libre del conjunto se procede a retirar los segmentos de pistón, con la ayuda de un extractor de segmentos desde el que se encuentra en la parte superior hasta terminar con el de barrido de aceite que es el tercero.

Una vez desmontado el cigüeñal del bloque de motor se extrae los cojinetes axiales, estos elementos se encuentran en la parte central del túnel de cigüeñal y son removidos directamente, lo que si toca tener en cuenta en la posición de estos, como se muestra en la Figura 56.



*Figura 56* Extracción cojinetes axiales (Torres, 2019)

Desmontar las bancadas del cigüeñal, en este proceso toca tener cuidado al momento de afloja los pernos de sujeción ya que estos deben ser en 3 facas y empezar desde los extremos hacia el centro para evitar pandeos del cigüeñal, esta operación se realiza con una palanca de fuerzas y un dado de 10mm, como se muestra en la Figura 57.



*Figura 57* Extracción de bancadas de cigüeñal (Torres, 2019)

Una vez retiradas las bancadas del túnel del bloque de cilindros desmontar el cigüeñal, procedemos a retirar el cigüeñal con mucho cuidado y colocar el elemento en un lugar seguro para evitar pandeos, así como se recomienda cubrir su superficie con un aislante de oxígeno en este caso puede ser grasa ya que esto permitirá que no se oxide de manera inmediata, como se muestra en la Figura 58.



*Figura 58* Extracción de cigüeñal (Torres, 2019)

Luego de extraer el cigüeñal se recomienda colocar sobre un soporte para cigüeñales, como se muestra en la Figura 59.



*Figura 59* Suspensión de cigüeñal (Torres, 2019)

### 3.7. Montaje de tren alternativo

Limpiar todos los componentes que se procedieron a desmontar con desengrasante para elementos metálicos, pero sobre todo tener en cuenta que no contenga algún compuesto que afecte a los elementos de aluminio.

Así mismo para el montaje toda el área debe estar completamente limpia y que no existan elementos contaminantes, otra de las precauciones que se debe tener en cuenta se refiere a que se debe contar con la herramienta correcta y que se encuentre completamente limpia, en el caso de herramientas especiales deben encontrarse calibradas y enceradas.

Una vez tomadas estas recomendaciones, alistamos el elemento base que en este caso es el bloque de cilindros que debe encontrarse en un lugar horizontal y luego de esto procedemos con la fase de montaje de motor Chevrolet Sail S-TEC-III 1.4l

Aplicar aceite de motor a la superficie de los cojinetes superior e inferior del cigüeñal. Instalar el cojinete superior al bloque y colocar los cojinetes de bancada de cigüeñal, teniendo en cuenta la ubicación de estos elementos sin obstruir el canal de lubricación, como se muestra en la Figura 60.



*Figura 60* Montaje de cojinetes (Torres, 2019)

Insertar el cojinete axial en ambos lados del 3er muñón principal, como se muestra en la Figura 61.



*Figura 61 Colocación de cojinetes axiales. (Torres, 2019)*

Con mucho cuidado proceder a colocar el cigüeñal dentro del bloque de cilindros, teniendo en cuenta que no vaya a golpear con la estructura o caerse, como se muestra en la Figura 62.



*Figura 62 Contaje de cigüeñal (Torres, 2019)*

Una vez asentado el cigüeñal sobre el bloque de cilindros se procede a colocar cada una de las bancadas de cigüeñal teniendo en cuenta cada una de sus marcas y posición que para este caso de estudio direccionas hacia el primer cilindro, como se muestra en la Figura 63.



*Figura 63* Instalación de bancada de cigüeñal (Torres, 2019)

De acuerdo a la recomendación de (Chevrolet, 2012) “Apriete los pernos de la tapa del cojinete del cigüeñal y apriete en secuencia a  $30\text{Nm} + 30^\circ\text{-}35^\circ$ ”, como se muestra en la Figura 64.



*Figura 64* Apriete de bancadas (Torres, 2019)

Colocar el retenedor posterior del aceite del cigüeñal y su respectiva caja. Aplique sellador de asiento del sello de aceite trasero del cigüeñal, y ajustar el retenedor posterior de cigüeñal dentro de los siguientes cinco minutos. El apriete de los tornillos lleva 10N.m (7.4lb-pie), según (Chevrolet, 2012), como se muestra en la Figura 65.



*Figura 65 Colocación de retenedor posterior (Torres, 2019)*

Aparte armar el conjunto pistón, biela y luego instalar en el bloque de cilindros tomando en cuenta la posición y ubicación de las marcas de los elementos, lo cual requiere lubricar con aceite de motor cada cilindro y usar una faja o compresor de segmentos para presionar los anillos del pistón, como se muestra en la Figura 66.



*Figura 66 Instalación de pistones (Torres, 2019)*



Según (Chevrolet, 2012) indica que “El apriete de los pernos de la tapa del cojinete de biela a  $20\text{N}\cdot\text{m} + 45^\circ + 90^\circ$  ( $14.8\text{lb}\cdot\text{pie} + 45^\circ + 90^\circ$ )”.

### **3.8. Montaje del cabezote o culata de cilindros.**

Para proceder con el armado del conocido 7/8 de motor que consiste en el acoplamiento del conjunto bloque de cilindros, cigüeñal, pistones, culata y sistema de distribución proceder a:

Limpiar la superficie de sellado de la cabeza del cilindro y la superficie del bloque del cilindro. Para luego colocar una nueva junta de culata, teniendo en cuenta la posición adecuada para no interrumpir el paso de aceite y refrigerante de sus orificios. como se muestra en la Figura 67.



*Figura 67* Instalación de junta (Torres, 2019)

Según (Chevrolet, 2012) se “proceder a colocar la culata sobre la junta de culata, apriete los pernos en orden de espiral con  $20\text{N}\cdot\text{m} + 50^\circ + 45^\circ$  ( $14.8\text{lb}\cdot\text{pie} + 50^\circ + 45^\circ$ ), empezando desde el centro hacia los extremos, este proceso suele conocerse como apriete en espiral”. como se muestra en la Figura 68.



Figura 68 Apriete de cabezote (Torres, 2019)

Ubicar la cadena de distribución con la marca de los 3 eslabones en las 2 catalinas de árboles de leva y en la catalina del cigüeñal, siguiendo lo establecido por (Chevrolet, 2012) como se muestra en la Figura 69.

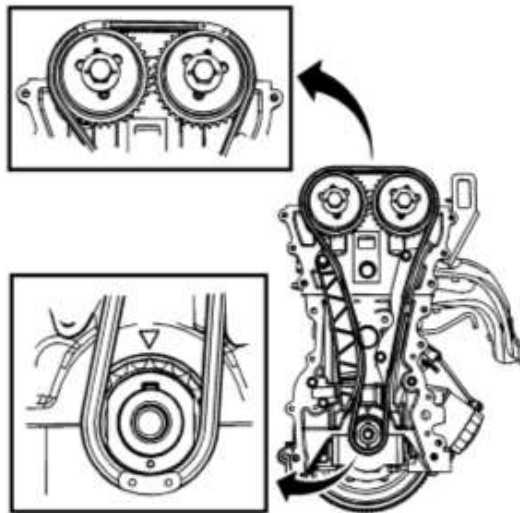


Figura 69 Sincronización de distribución (Chevrolet, 2012)

Lubricar con aceite de motor donde asienta los árboles de leva, luego colocar los árboles de leva, lubricar sobre ambos árboles de leva para colocar los cojinetes y darle un apriete de 10N-m (7.4lb-pie), según (Chevrolet, 2012), como se muestra en la Figura 70.





*Figura 70* Instalación de árbol de levas (Torres, 2019)

Instalar el tensor de la cadena previamente comprimido al límite, luego instalar la guía de la cadena, como se muestra en la Figura 71.



*Figura 71* Colocación de templadores de cadena (Torres, 2019)

Colocar la bomba de agua generando un apriete a sus cinco pernos de 22N·m (16.2lbft) de acuerdo a (Chevrolet, 2012).

Colocar la tapa delantera de motor con un apriete de 30N·m (22lb-ft) según (Chevrolet, 2012), como se muestra en la Figura 72.



*Figura 72* Instalación tapa delantera de motor (Torres, 2019)

Coloque el cárter y apriete los pernos a 10N-m, según (Chevrolet, 2012), como se muestra en la Figura 73.



*Figura 73* Instalación de cárter (Torres, 2019)

Colocar la junta de la tapa de válvulas, luego de reemplazar el empaque o junta de la tapa válvulas, como se muestra en la Figura 74.

Cabe recalcar que dentro del correcto procedimiento a ser aplicado, cuando se coloca este tipo de empaquetadura no se debe utilizar ningún tipo de pegamento.



*Figura 74* Instalación de tapa válvulas (Torres, 2019)

Ajustar la tapa válvulas a la culata con un apriete de 10N-m (7.4lb-ft), según (Chevrolet, 2012), como se muestra en la Figura 75.



*Figura 75* Apriete tapa válvulas (Torres, 2019)

Monte la polea del cigüeñal, con un dado hexagonal 19mm apriete 95N-m +45°según (Chevrolet, 2012), como se muestra en la Figura 76.



*Figura 76* Instalación polea cigüeñal (Torres, 2019)

Instalar el volante de inercia tomando en cuenta que el engrane de anillo va direccionado hacia el frente del motor y sus pernos de sujeción se los instala con un apriete de 35N-m + 45° según (Chevrolet, 2012), como se muestra en la Figura 77.



*Figura 77* Instalación volante de inercia (Torres, 2019)

Hasta este paso se ha procedido a armar los elementos básicos que forman el grupo conocido como 7/8 de motor, para posteriormente continuar con el armado de accesorios y así completar con todo el motor.

Colocar el alternador, con un apriete en sus pernos de 22 N-m según (Chevrolet, 2012), como se muestra en la Figura 78.



*Figura 78 Montaje alternador (Torres, 2019)*

Colocar la banda de accesorios, girando el tensor de la banda de impulso, liberar la tensión, y proceder a colocar la banda de distribución, como se muestra en la Figura 79.



*Figura 79 Colocación de banda de accesorios (Torres, 2019)*

Acoplar el múltiple de admisión, para luego colocar la nueva junta, que según (Chevrolet, 2012) indica: “apriete los 3 pernos y dos tuercas 25N-m de fuerza” con ayuda de un dado 12mm, como se muestra en la Figura 80.



*Figura 80* Instalación múltiple de admisión (Torres, 2019)

Acoplar el riel de combustible, con un apriete de 15N-m de fuerza según (Chevrolet, 2012), los dos pernos de sujeción con un dado de 12mm, como se muestra en la Figura 81.



*Figura 81* Instalación riel de combustible (Torres, 2019)

Para montar las bujías como se muestra en la Figura 82, se lo realiza con la ayuda de una palanca de fuerza, una extensión y un dado de bujías 5/8in con mando de 1/2in. En el proceso de apriete corresponde a colocar la bujía hasta que llegue a tener en ajuste máximo y uniforme, para luego con la palanca de fuerza se genere un apriete de ¼ de vuelta.





*Figura 82* Instalación de bujías (Torres, 2019)

Luego de haber colocado las bujías se procede a acoplar las 4 bobinas correspondientes según su orden de encendido y su disposición de cilindro, tomando en cuenta como fueron desmontadas en la fase anterior para lo cual se debe instalar y apretar sus pernos con un dado 10mm, como se muestra en la Figura 83.



*Figura 83* Instalación de bobinas (Torres, 2019)

Finalmente se procede a montar la cubierta de bobina de ignición, para instalar este elemento se debe apretar 4 pernos con un hexagonal de 1/8in con 10N-m (7.4lb-Ft), según indica (Chevrolet, 2012)

### 3.9. Proceso de montaje del motor del Chevrolet Sail 1.4l

Una vez terminado el montaje del motor con todos sus elementos básicos y accesorios se indica cual es el proceso correcto para que este vaya instalado en el vehículo correspondiente:

Con la ayuda de un teclé elevar lentamente el motor de la mesa de trabajo. Al alcanzar la altura adecuada, eleve el motor utilizando el dispositivo de apoyo del motor.

- Elevar el motor, instalar los tres pernos del motor al lado superior de convertidor de torque de la transmisión y apretar a 62N-m (45.7 lb pie), según (Chevrolet, 2012)
- Instalar el perno del convertidor de torque de la transmisión al motor y apretar a 62N-m (45.7 lb pie), según (Chevrolet, 2012).
- Instalar los 2 pernos en el cárter de aceite del motor y apretar a 30N-m (22 lb pie), según (Chevrolet, 2012).
- Instalar el perno del convertidor al motor y apretar a 62N-m (45.7 lb pie), según (Chevrolet, 2012).
- Instalar el tornillo del cárter del aceite de motor y apretar a 30N-m (22 lb pie), según (Chevrolet, 2012).
- Instalar el múltiple de escape y conecte el sensor de oxígeno calentado - sensor 2.
- Instalar el montaje del motor.
- Quitar el dispositivo de apoyo del motor.
- Conectar la manguera de salida del radiador al motor.
- Conectar la manguera de entrada del radiador en el motor.
- Conectar el tubo de alimentación de combustible al soporte del riel de combustible, y conectar el tubo de combustible al solenoide de emisión por evaporación.
- Conectar la manguera del depósito del refrigerante.
- Conectar el tubo de salida de calentamiento del cuerpo del acelerador al depósito de refrigerante.
- Conectar los conectores del arnés de cableado de motor al módulo de control del motor.



- Asegurar las abrazaderas del arnés de cableado del motor al arnés de cableado del compartimento del motor.
- Conectar los conectores de tierra del motor a la barra superior del frente de la carrocería.
- Instalar el ensamble del filtro de aire.
- Llenar el sistema de enfriamiento.
- Colocar filtro de aceite.
- Llenar el motor con aceite SAE 5w30, con una cantidad de 1 galón según (Chevrolet, 2012).
- Comprobar el nivel de aceite con la ayuda de la bayoneta.
- Conectar el cable negativo de la batería.

## CAPÍTULO IV

### EVALUACIONES DEL MOTOR

La parte más importante al momento de reparar un motor de combustión interna es la fase de evaluación pudiendo ser esta a través de instrumentos de medición con un rango de precisión muy bajo y equipos de comprobación, así como de manera visual, lo que permite al técnico o estudiante de ingeniería automotriz determinar el desgaste de cada uno de los componentes para de esta manera tomar la decisión de si es que el elemento se pueda reutilizar, rectificar o proceder a su sustitución.

#### 4.1. Inspección de árbol de levas

Al momento que se encuentra desmontado el árbol de levas y completamente limpio se procede a ser una inspección visual que permite ver si en las superficies de contacto no presentan fisuras, agrietamiento, picaduras o desprendimiento de material, de acuerdo a esto se determinará si se continúa con la evaluación con instrumentos.

Una vez que pasa la inspección visual con un micrómetro se procede a verificar la altura de la cresta, la misma que se realiza midiendo la longitud máxima de la leva y esta se resta con el diámetro de circunferencia de la leva así se obtiene la altura de cresta, como se muestra en la Figura 84, para luego comparar los valores con el anexo 1, si una de las levas de admisión o escape está fuera de las especificaciones, proceda a reemplazar todo el árbol de levas.



*Figura 84* Evaluación de altura de leva (G.M., 2012)

Tal como se realizó en la medición anterior, es necesario medir el diámetro exterior de los muñones del árbol de levas a esto se conoce como la prueba de ovalamiento, como se muestra en la Figura 85. Luego se debe comparar los valores con el anexo 1, si éste está fuera de las especificaciones o presenta deformación, proceda a remplazar el árbol de levas.



*Figura 85* Medición diámetro de muñón de árbol de levas (G.M., 2012)

Para Medir el diámetro interior del túnel para el alojamiento del árbol de levas, se debe instalar la tapa de cojinete del árbol de levas a la cabeza del cilindro y apretar a 10 N.M (7.4 lb pie) según (Chevrolet, 2012), como se muestra en la Figura 86. Con un micrómetro de interior medir el diámetro interno del túnel y comparar los valores con el anexo 1, si éste valor está fuera de las especificaciones, se debe proceder a remplazar el cabezote.



*Figura 86* Evaluación de túnel para árbol de levas (G.M., 2012)

## 4.2. Inspección de cigüeñal

Al momento que se encuentra desmontado el cigüeñal y completamente limpio se procede a ser una inspección visual que permite ver si en las superficies de contacto no presentan fisuras, agrietamiento, picaduras o desprendimiento de material, de acuerdo a esto se determinará si se continúa con la evaluación con instrumentos.

Verificar si el cigüeñal está pandeado (doblado) con la ayuda de un reloj palpador como se muestra en la Figura 87, situándolo al cigüeñal sobre soportes tipo V y en una superficie completamente plana para luego hacerle girar y el reloj no debe presentar desplazamiento de la aguja hasta el valor permitido por el fabricante, que para el presente caso se encuentra establecido en el anexo 1. Si éste está fuera de las especificaciones, reemplazar todo el elemento.



Figura 87 Verificación pandeo de cigüeñal (G.M., 2012)

Tabla 2. Tabla de evaluación de cigüeñal

EVALUACIÓN CIGÜEÑAL						
APOYO	Diámetro a	Diámetro b	Diámetro c	Ovalamiento A-C o B-C	Conicidad A-B	Inspección visual
Bancada 1	48,983	48,99	48,983	0	-0,007	OK
Bancada 2	48,985	48,983	48,984	0,001	0,002	OK
Bancada 3	48,983	48,983	48,987	-0,004	0	OK
Bancada 4	48,986	48,989	48,983	0,003	-0,003	OK
Bancada 5	48,983	48,983	48,983	0	0	OK
Biela 1	38,983	38,987	38,984	-0,001	-0,004	OK
Biela 2	38,985	38,983	38,983	0,002	0,002	OK
Biela 3	38,983	38,986	38,985	-0,002	-0,003	OK
Biela 4	38,986	38,983	38,983	0,003	0,003	OK

Otra de las comprobaciones que debe realizar al cigüeñal es la verificación de la luz de aceite que debe poseer con los cojinetes tanto de biela como de bancada para lo cual se utiliza plastigage, que es un hilo serigrafiado y en su envoltura viene una calibración para comprobar su aplastamiento luego de aplicar el torque determinado por su fabricante y así obtener el valor del juego que existe entre el cojinete y el muñón del cigüeñal, como se muestra en la Figura 88.



*Figura 88* Medición de luz de aceite (Torres, 2019)

Posteriormente instalar la tapa y el cojinete de muñón del cigüeñal con el apriete que establece el proceso de colocación de bancadas de cigüeñal.

Inspeccionar la cubierta del retenedor posterior de aceite del cigüeñal y su respectivo sello, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante en cada desmontaje completo del motor este elemento debe ser sustituido, como se muestra en la figura 89.



*Figura 89* Inspección de retenedor posterior (G.M., 2012)

### 4.3. Inspección de culata cabeza de cilindro

Para poder comenzar a realizar la inspección es necesario limpiar las superficies de sellado, para poder tener una visualización clara.

Luego revisar si la culata de cilindro tiene los siguientes daños:

- Rajaduras, daños o picaduras de metal en las cámaras de combustión.
- Desechos en las galerías de aceite. Continuar con la limpieza de las galerías hasta que se eliminen todos los desechos.
- Fugas del refrigerante o daños a la superficie de sellado de la cara de la cubierta.
- Cualquier daño a las superficies del empaque.
- Daños en cualquier agujero del perno roscado.
- Áreas quemadas o con corrosión en la cámara de combustión.
- Rajaduras en los puertos del escape y en la cámara de combustión.
- Rajaduras externas en los pasos de agua.
- Restricciones en los pasos de admisión o escape.
- Los pasos del sistema de enfriamiento están bloqueados.
- Tapones del núcleo oxidados, dañados o con fuga.

Medir la separación entre el borde recto y la cara de la plataforma de la culata del cilindro con un calibrador de laminillas en 4 puntos a lo largo del borde recto, como se muestra en la Figura 90.



*Figura 90* Verificación de planitud (Torres, 2019)

Revisar si las superficies de sellado están deformadas o combadas. La superficie de sellado de la cabeza del cilindro debe encontrarse dentro de la especificación.

Medir la altura de la cabeza del cilindro de la superficie de sellado a la superficie de sellado. La altura del cilindro debe encontrarse dentro de la especificación, o reemplace la cabeza del cilindro, como se muestra en la Figura 91.



*Figura 91* Medición altura cabezote (G.M., 2012)

#### **4.4. Inspección y medición de resorte de válvula**

Los muelles o resortes que cumplen la función del sellado de las válvulas deben ser inspeccionados primeramente de manera visual ya que podrían presentar desgastes en su bobinado, rayaduras, así como roturas propias de su funcionamiento. Si los extremos del resorte de la válvula no están paralelos, se debe reemplazar el resorte de la válvula.

Una vez que pasa la inspección visual se procede a medir la longitud libre del resorte de la válvula. Si éste está fuera de las especificaciones, se debe de reemplazar, como se muestra en la Figura 92.



*Figura 92* Verificación de muelles de válvula (G.M., 2012)

Posteriormente medir el ángulo de doblado del resorte de la válvula. Si éste está fuera de las especificaciones que indica el fabricante, reemplace por muelles nuevos, como se muestra en la Figura 93.



*Figura 93 Verificación de estado de muelles (G.M., 2012)*

#### **4.5. Inspección de espacio de guía de válvula y vástago de válvula**

Otro de los elementos de suma importancia son las válvulas tanto de admisión como de escape por el motivo que cumplen la función de para de gases y sellado hermético de la cámara de combustión, por lo tanto, una vez desmontadas, individualmente se procede a revisar si tiene daño desde la cabeza hasta la punta ya que podría presentar las siguientes condiciones, como se muestra en la Figura 94.

- Corrosión en el área del asiento de la válvula (1)
- Falta de margen en la válvula (2)
- Dobleces en el vástago de la válvula (3)
- Corrosión o desgaste excesivo en el vástago (4)
- Ranuras de la llave de la válvula gastadas (5)
- Punta de la válvula gastada (6)



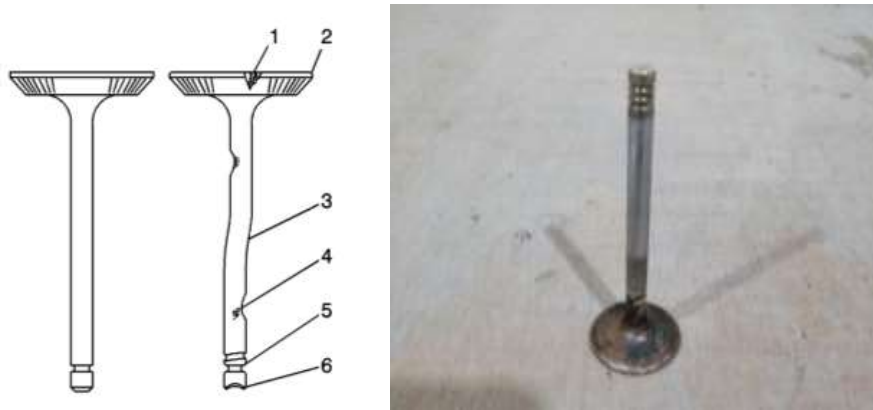


Figura 94 Inspección de válvulas (G.M., 2012)

En caso de existir alguna de las condiciones anteriormente mencionadas en las válvulas de deberá sustituir.

Inspeccionar los resortes de la válvula. Si los extremos del resorte de la válvula no están paralelos, reemplace el resorte de la válvula.

Inspeccionar si en la superficie de sellado del resorte de la válvula hay desgaste o rayaduras se debe proceder a reparar el asiento.

Asegurar que el diámetro del vástago de la válvula y el diámetro interior de la guía de la válvula tengas las dimensiones y holguras correctas. Si éste está fuera de las especificaciones, reemplazar, como se muestra en la Figura 95.



Figura 95 Evaluación de vástago de válvulas (G.M., 2012)

#### 4.6. Inspección del cilindro, pistón, biela y cojinete

Utilizando un lienzo, limpie el interior del cilindro, como se muestra en la Figura 96. Esto permite ver si este presenta algún tipo de anomalía como ralladura, grietas, picadura, desprendimiento de material, recalentamiento o pérdida de textura superficial conocida como bruñido.

De acuerdo a la magnitud del daño se determina si el cilindro debe ser sustituido.



*Figura 96 Limpieza de cilindros (Torres, 2019)*

Mida el diámetro del orificio del cilindro. Si éste está fuera de las especificaciones, reemplácela, como se muestra en la Figura 97. Esta prueba se la conoce como conicidad y ovalamiento la cual permite observar a través de instrumentación como lo es el alexómetro, la deformación del cilindro.



*Figura 97 Evaluación de cilindros (Torres, 2019)*

Tabla 3. Evaluación de camisas de cilindro.

EVALUACIÓN DE CILINDROS										
No. C	Diámetro Interno Superior		Diámetro Interno Inferior		Ovalamiento máximo	Diámetro Superior Máx.	Diámetro Inferior Máx.	Conicidad Máx	Reutilizable	
	A	B	C	D					A-B	A ó B
1	73,81	73,82	73,81	73,81	-0,01	73,82	73,81	0,01	x	
2	73,81	73,81	73,81	73,81	0,00	73,81	73,81	0	x	
3	73,81	73,81	73,82	73,81	0,00	73,81	73,82	-0,01	x	
4	73,81	73,81	73,81	73,81	0,00	73,81	73,81	0	x	

Luego utilizando un lienzo, limpie el pistón.

Medir el diámetro exterior de la falda del pistón 15mm encima de la parte inferior. Si éste está fuera de las especificaciones, reemplácela, como se muestra en la Figura 98.



Figura 98 Evaluación de pistón (G.M., 2012)

Medir el diámetro del orificio del cilindro 50mm por debajo de la superficie del cilindro, y el espacio libre del pistón 15mm encima de la falda del pistón. Si éste está fuera de las especificaciones, reemplácela, como se muestra en la Figura 99.



*Figura 99 Verificación de carrera de pistón (G.M., 2012)*

Medir el espacio de cada una de las ranuras del anillo del pistón. Si el espacio de la ranura del anillo del pistón está fuera de la especificación, reemplace el pistón y los anillos, como se muestra en la Figura 100.



*Figura 100 Verificación de ranuras para segmentos (G.M., 2012)*

Medir la luz que tiene el segmento instalado dentro del cilindro, como se muestra en la Figura 101.



*Figura 101 Verificación luz de segmentos (Torres, 2019)*

Medir el espacio del anillo del pistón. Si el espacio de del anillo del pistón está fuera de la especificación, reemplace el anillo del pistón, como se muestra en la Figura 102.



*Figura 102 Verificación de segmentos (G.M., 2012)*

Medir el pasador que presenta entre el bulón y el pistón, así como el espacio comprendido entre el bulón y la biela, ya que la luz que debe existir la determina el fabricante. Si éste está fuera de las especificaciones, cambiar el bulón o cojinetes según amerite el caso, como se muestra en la Figura 103.



*Figura 103* Evaluación de bulón (G.M., 2012)

Desprenda la calibración de plástico de la misma longitud con el ancho del cojinete, y posicónela al cojinete del cigüeñal. Éste debe estar a nivel con el cigüeñal, como se muestra en la Figura 104.



*Figura 104* Comprobación de luz de aceite (G.M., 2012)

Instale el cojinete de la biela y la tapa con las tuercas conectoras de la tapa del cojinete y apriete a 20N-m (14.7 lb) + 45° + 90°, según (Chevrolet, 2012).

Retire la tapa y el cojinete de la biela de nuevo, como se muestra en la Figura 105.



*Figura 105* Instalación de cojinetes (G.M., 2012)

Medir el espacio libre del cojinete conector con la escala del calibrador de plástico.

#### **4.7. Prueba compresión motor**

Para medir la compresión del motor, utilice el siguiente procedimiento:

- Encender el motor hasta alcanzar una temperatura de operación normal (temperatura de refrigerante: 80-90 °C).
- Detener el motor y desmontar todos los cables de alto voltaje y las bujías.
- Instalar el EN-49076 Adaptador de presión de cilindros (b) y EN-49077 Medidor de presión de cilindros (a), como se muestra en la Figura 106.



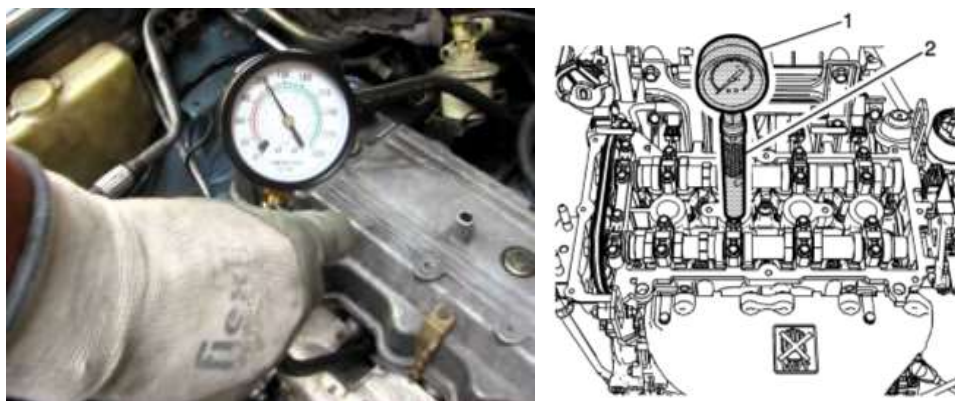


Figura 106 Verificación de la compresión de motor (G.M., 2012)

Para realizar la prueba de compresión se requiere de dos personas. Una persona debe encargarse de presionar el acelerador a fondo para abrir la válvula de aceleración y para encender el motor. Mientras la otra persona toma las lecturas del valor máximo en el medidor.

Los valores de las mediciones deben estar dentro o en el límite de especificación:

- Especificación: 9 bar (9.17 Kg/cm<sup>2</sup>)
- Límite: abajo de 10%
- Torsión de la bujía: 27 N.M (19.9lbs-pie)

Tabla 4. Prueba de compresión del motor

Prueba de compresión del motor				
Medición	Cilindro (bar)			
	1	2	3	4
1	9,9	9,8	9,6	9,6
2	9,5	9,9	9,7	9,9
3	9,7	9,8	9,8	9,7
Promedio	<b>9,7</b>	<b>9,8</b>	<b>9,7</b>	<b>9,7</b>

Luego de los datos obtenidos por la prueba de compresión se observa en la Tabla 3, que todos los cilindros generan valores dentro de los parámetros correctos del fabricante.



## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones**

Al realizar el presente trabajo investigativo se elaboró un plan de reconstrucción para un motor del vehículo Chevrolet Sail S-TEC- III 1.4l, que establece los parámetros y metodología a llevar a cabo en un proceso de desmontaje, evaluación y montaje de un motor de combustión interna a gasolina de manera técnica.

Se logró aplicar correctamente un proceso técnico para el desmontaje, montaje y evaluación del motor lo que permitió verificar cada uno de los componentes en lo que se encontró un elemento con irregularidad como fue el caso del cojinete de biela del cilindro número uno que presentó ralladura en su superficie y de acuerdo a la información técnica esta avería se dio por falta de lubricación en el elemento, en cuanto a los otros componentes evaluados se encuentran en perfecto estado para su reutilización.

Luego del armado del motor se determinó que el proceso se llevó a cabo correctamente, esto lo valida la prueba de compresión realizada al final del trabajo investigativo, la misma que arrojó un valor promedio por cilindro de 9.7bar (140psi), siendo estos valores los que se encuentran dentro de los parámetros del fabricante.

#### **5.2. Recomendaciones**

Se recomienda cambiar toda la empaquetadura del motor a la medida necesaria para prevenir fugas y sobrecalentamientos.

Observar las marcas o marcar los elementos a desmontar para luego colocarlos en la misma posición.

Lubricar los elementos desmontados con aceite de motor para generar una película protectora de corrosión, para prevenir que al estar los elementos fuera del motor estos se corroan.

Trabajar en un ambiente libre de humo ni polvo para no contaminar las partes internas del motor al momento del desarme.

## BIBLIOGRAFÍA

- Billiet, W. (1979). *Entretimiento y reparación de motores de automóvil*. Barcelona: Reverte.
- Bohner, M. (1980). *Tecnología del automóvil II*. Berlín: GTZ.
- Ceac, E. (2004). *Manual CEAC del automóvil*. Grupo Planeta (GBS).
- Chevrolet. (2012). *Manual de servicio de Sail SGM*. Chevrolet.
- Crouse, W. (1993). *Mecánica del automóvil, Volumen I*. Barcelona: Marcombo.
- Daniels, J. (2005). *Tecnología del coche moderno*. Grupo Planeta (GBS).
- Dietsche, K.-H. (2005). *Manual de la técnica del automóvil*. Reverte.
- Flórez, J. A. (2010). *Motores alternativos de combustión interna*. Catalunya: Univ. Politec de Catalunya.
- Flórez, J. A. (2010). *Motores alternativos de combustión interna*. Univ. Politèc. de Catalunya.
- Gil, H. (2002). *Técnicas de sobrealimentación*. Grupo Planeta (GBS).
- Gillieri, S. (2005). *Preparación de motores de serie para competición*. Barcelona: Grupo Planeta.
- González Calleja D. (2011). *Motores*. Madrid, España: Paraninfo.
- interna, M. a. (s.f.).
- Juan Carlos Goñi Delión, M. R. (2017). *Manual de combustibles alternativos y tecnología automotriz*. Fondo editorial Universidad de Lima.
- Kates, E. (1982). *Motores diesel y de gas de alta compresión*. Barcelona: Reverte.
- Martínez, B. T. (2005). *Diagnóstico de motores diesel mediante el análisis del aceite usado*. Reverte.
- Michael J. Moran, H. N. (2004). *Fundamentos de termodinámica técnica*. Reverte.
- Murray, J. (2011). *Sistemas auxiliares del motor*. Madrid, España: Paraninfo.

- Rolle, K. C. (2006). *Termodinámica*. Pearson Educación.
- Rovira, A. (2015). *Motores de combustión interna*. Madrid: UNED.
- Sanz, S. (2017). *Comprobación de pistón, biela, cigüeñal y bloque (Motores)*. Madrid: Editex.
- Sanz, S. (2017). *La culata - Motores*. Madrid: Editex.
- Toboldt, W. K. (1977). *Manual de reparaciones automotrices*. Lineal cleworth.
- Vallecillos, M. (2017). *Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo otto*. Madrid: Elearning.
- Vallejos, E. (2015). *Mecánica Automotriz: Motores a Explosión y Motores Diecel*. ezequiel vallejos.

## ANEXOS

### Anexo 1 Especificaciones mecánicas motor Chevrolet Sail S-TEC III 1.4L

Aplicación	Especificación	
	Métrico	Sistema ingles
Datos generales		
Tipo de motor	4 cilindros (en línea)	
Desplazamiento	1399 cm <sup>3</sup>	85.4 en <sup>3</sup>
Abertura x tiempo	73.8 x 81,8mm	2.906 x 3.22 pulg
Razón de compresión	10.2	
Secuencia de ignición	1-3-4-2	
Barreno del cilindro		
Diámetro	73.81-73.82	2.9059-2.9062 pulg
Fuera de forma - (Máximo)	0.005 mm	0.00019 pulg
Ahusamiento - (Máximo)	0,008 mm	0.00031 pulg
Pistón		
Diámetro	73.78 mm	2.9047 pulg
Espacio libre a la pared del cilindro	0.023-0.047 mm	0.00091-0.00185 pulg
Anillo de pistón		
Separación del extremo del anillo- Primer anillo de compresión	0.15-0.30 mm	0.0059-0.0118 pulg
Separación del extremo del anillo- Segundo anillo de	0.02-0.06 mm	0.00079-0.00236 pulg

compresión		
Espacio de la ranura del anillo- Primer anillo de compresión	0.03-0.07 mm	0.0012-0.0028 pulg
Espacio de la ranura del anillo- Segundo anillo de compresión	0.02-0.06 mm	0.00079-0.00236 pulg
Pasador del pistón		
Diámetro	17.996-18 mm	0.7085-0.7087 pulg
Desplazamiento del pasador del pistón	0.4-0.6 mm	0.0157-0.0236 pulg
Árboles de levas		
Juego longitudinal	0.04-0.38 mm	0.00157-0.01496 pul
Diámetro exterior del muñón del cojinete- Muñón No.1	31.925-31.95 mm	1.2569-1.2579 pulg
Diámetro exterior del muñón del cojinete- Muñón No.2	22.939-22.96 mm	0.9031-0.9039 pulg
Diámetro exterior del muñón del cojinete- Muñón No.3	22.939-22.96 mm	0.9031-0.9039 pulg
Diámetro exterior del muñón del cojinete- Muñón No.4	22.939-22.96 mm	0.9031-0.9039 pulg
Diámetro exterior del muñón del cojinete- Muñón No.5	22.939-22.96 mm	0.9031-0.9039 pulg

Diámetro interior del cojinete- Cojinete No.1	32-32.025 mm	1.2598-1.2608 pulg
Diámetro interior del cojinete- Cojinete No.2	23-23.021 mm	0.9055-0.9063 pulg
Diámetro interior del cojinete- Cojinete No.3	23-23.021 mm	0.9055-0.9063 pulg
Diámetro interior del cojinete- Cojinete No.4	23-23.021 mm	0.9055-0.9063 pulg
Diámetro interior del cojinete- Cojinete No.5	23-23.021 mm	0.9055-0.9063 pulg
Cigüeñal		
Diámetro del muñón principal - (Todos)	48.983-48.997 mm	11.9284-1.929 pulg
Espacio del cojinete principal (todos)	0.018-0.050 mm	0.0007-0.0019 pulg
Juego longitudinal del cigüeñal	0.08-0.29 mm	0.0031-0.0114 pulg
Muñón de la biela - Diámetro - (Todos)	38.983-39.997 mm	1.5348-1.5747 pulg
Espacio libre del cojinete de la varilla del muñón de la biela (Todos)	0.020-0.052 mm	0.0008-0.0019 pulg
Juego de extremo del muñón de la biela	0.10-0.25 mm	0.0039-0.0098 pulg
Sistema de Válvulas		
Diámetro interior de la	23.67 mm	0.9319 pulg

carrera- Admisión		
Diámetro interior de la carrera- Escape	27.25 mm	1.0728 pulg
Diámetro interior de la guía de la válvula - (Todos)	5-5.012 mm	0.1968-0.1973 pulg
Diámetro del levantador de la válvula- Admisión	27.78-28.02 mm	1.0937-1.1031 pulg
Diámetro del levantador de la válvula- Escape	24.28-24.52 mm	0.9559-0.9654 pulg
Longitud de la válvula- Admisión	98.23-98.68 mm	3.8673-3.885 pulg
Longitud de la válvula- escape	98.94-99.39 mm	3.895-3.913 pulg
Resorte de la válvula - Longitud libre	44.2 mm	1.74 pulg
Resorte de la válvula- Válvula cerrada•	34 mm	1.339 pulg