



Facultad de Ciencia y Tecnología

Tecnología Superior en Electrónica Automotriz

Diagnóstico y reparación de los componentes mecánicos

de un motor Hyundai Tucson G4GC

Trabajo previo a la obtención del grado académico de Tecnólogo en  
Electrónica Automotriz

Autores:

Manuel Antonio Angamarca Pinguil

Cristian Geovanny Villa Pesantez

Director:

Ing. Telmo Fernando Guerrero

Cuenca – Ecuador

2023

### Resumen:

El presente trabajo constituye un informe técnico sobre diagnóstico y reparación de los componentes mecánicos de un motor Hyundai Tucson G4GC. Con los detalles del proceso de trabajo realizado, comenzando con un diagnóstico inicial del motor y luego de sus componentes, a los cuales se realizaron pruebas funcionales y mediciones para determinar el cumplimiento de las holguras técnicas indicadas por los manuales de reparación del constructor. En atención a estos procesos se identificaron varias averías, como la pérdida de presión de compresión en los cilindros, desgaste excesivo de los anillos, pistones, válvulas y sus respectivas guías, también se verificó un funcionamiento irregular del motor en ralentí. Para corregir las averías detectadas se ejecutaron procesos técnicos para reemplazo, calibración y rectificación de componentes desgastados. Al finalizar el trabajo se verificó el funcionamiento y cumplimiento de los valores tolerables de presión de compresión, de aceite y la ausencia de fugas de compresión.

**Palabras clave:** diagnóstico, fallas, mantenimiento motor, reparación, técnicas de reparación

### Abstract:

This work constitutes a technical report on diagnosis and repair of the mechanical components of a Hyundai Tucson G4GC engine. With the details of the work process carried out, beginning with an initial diagnosis of the engine and then of its components,. Functional tests were carried out and compliance with the technical clearances indicated by the manufacturer's repair manuals were determined. In response to these processes, several faults were identified, such as loss of compression pressure in the cylinders, excessive wear of the rings, pistons, valves and their respective guides, an irregular operation of the engine at idle was also verified. To correct the faults detected, technical processes were carried out for the replacement, calibration and rectification of worn components. At the end of the work, the operation and compliance with the tolerable values of compression pressure, oil and the absence of compression leaks were verified

**Keywords:** diagnosis, engine maintenance, failures, repair, repair techniques



Este certificado se encuentra en el repositorio digital de la Universidad del Azuay, para verificar su autenticidad escanee el código QR

Este certificado consta de: 1 página

## Índice de contenido

Resumen.....	i
Abstract.....	i
Índice de contenidos.....	ii
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
1 Introducción.....	1
2 Marco teórico.....	1
2.1 Especificaciones .....	2
2.1.1 Especificaciones del motor Hyundai Tucson G4GC .....	2
2.1.2 Valores de presión del motor dados por el fabricante .....	3
3 Objetivo general .....	3
4 Objetivos específicos .....	3
5 Procedimientos y herramientas.....	3
5.1 Diagnóstico.....	3
5.2 Datos de presión obtenidos en el motor didáctico.....	4
5.3 Consideraciones previas a la reparación del motor .....	6
5.4 Desmontaje de los elementos exteriores del motor .....	6
5.5 Procedimiento de desmontaje de las piezas del motor.....	7
5.6 Diagnóstico y comprobaciones de las partes del motor en la rectificadora. ....	8
5.6.1 Bloque motor.....	8
5.6.1.1 Desgaste de cilindro. ....	8
5.6.1.2 Ovalización del cilindro. ....	8
5.6.1.3 Conicidad de un cilindro.....	9
5.6.1.4 Desgaste de los rines. ....	9
5.6.1.5 Deformación de la superficie de apoyo entre el bloque y cabezote. ....	10
5.6.1.6 Falla en el pistón. ....	10
5.6.2 Culata .....	11
5.6.2.1 Desgaste de las válvulas. ....	11
5.6.2.2 Desgaste de las guías de válvulas.....	11
5.6.2.3 Deformación de la superficie del cabezote.....	12
5.6.3 Rayaduras en el cigüeñal.....	13
5.7 Tabla de diagnóstico de elementos del motor. ....	13
5.8 Proceso de rectificado de las partes del motor. ....	14

5.8.1	Lavado del bloque motor. ....	14
5.8.2	Rectificación de cilindros.....	14
5.8.3	Rectificación de la superficie del bloque motor para unión con la culata.	15
5.8.4	Bruñido de cilindros.....	16
5.8.5	Cambio de guías de válvula. ....	16
5.8.6	Rectificación de válvulas. ....	17
5.8.7	Rectificación de la superficie de la culata para unión con el bloque.....	18
5.8.8	Calibración de válvulas.....	18
5.8.9	Proceso de calibrado y armado del cabezote.....	19
5.8.10	Proceso para sustituir pistones .....	19
5.9	Proceso de armado de los componentes del motor.....	20
5.9.1	Preparación del área de trabajo.....	20
5.9.2	Verificación de las piezas.....	22
5.9.3	Limpieza y lubricación de las piezas. ....	22
5.9.4	Ensamblaje del bloque motor. ....	23
5.9.5	Verificar las medidas con plastigauge en los cojinetes de bancada. ....	23
5.9.6	Colocación del cigüeñal.....	24
5.9.7	Verificar las medidas con plastigauge en los cojinetes de biela.....	24
5.9.8	Instalación de los pistones y las bielas.....	25
5.9.9	Montaje del cabezote. ....	25
5.9.10	Instalación de la bomba de aceite. ....	26
5.9.11	Colocación del cárter. ....	26
5.9.12	Instalación del sistema de distribución. ....	27
5.9.13	Colocación de la tapa de válvulas.....	27
5.9.14	Montaje del sistema de admisión y escape. ....	28
5.9.15	Instalación del volante de inercia. ....	29
5.9.16	Instalación de los elementos periféricos del motor.....	30
5.9.17	Montaje del motor en la estructura metálica. ....	30
5.9.18	Montaje del sistema de refrigeración.....	31
5.9.19	Instalación del sistema de encendido y combustible. ....	31
5.9.19.1	Montaje de las bujías. ....	31
5.9.19.2	Conexión de los inyectores de combustible.....	31
5.9.19.3	Conexión del sistema de encendido.....	31
5.9.19.4	Montaje del sistema de alimentación de combustible. ....	32
5.10	Herramientas.....	32

6	Resultados.....	33
7	Conclusiones.....	34
8	Bibliografía.....	34

## Índice de tablas

Tabla 1.	Especificaciones del motor .....	2
Tabla 2.	Valores de presión de compresión dados por el tutor .....	3
Tabla 3.	Datos de presión de compresión del motor didáctico .....	4
Tabla 4.	Fugas de presión del motor didáctico.....	5
Tabla 5.	Tabla de diagnóstico de los elementos del motor .....	13
Tabla 6.	Medidas realizadas después de la reparación .....	33

## Índice de figuras

Figura 1.	Medida de presión de compresión.....	4
Figura 2.	Medida de presión de compresión en el cilindro .....	5
Figura 3.	Fugas de presión del motor didáctico.....	5
Figura 4.	Motor didáctico para despiece .....	6
Figura 5.	Motor sin los elementos exteriores.....	7
Figura 6.	Comprobación de cilindros en la rectificadora .....	8
Figura 7.	Verificación de ovalización de los cilindros.....	8
Figura 8.	Comprobación de cilindros con alexómetro .....	9
Figura 9.	Comprobación de desgaste de los rines con galga.....	10
Figura 10.	Comprobación de la superficie de apoyo entre el bloque y cabezote.....	10
Figura 11.	Pistón en mal estado .....	11
Figura 12.	Desgaste de válvulas .....	11
Figura 13.	Desgaste de guía de válvulas.....	12
Figura 14.	Cabezote.....	12
Figura 15.	Cigüeñal sin rayaduras.....	13
Figura 16.	Lavado del motor.....	14
Figura 17.	Rectificación de cilindros.....	15
Figura 18.	Rectificación de la superficie del bloque motor.....	15
Figura 19.	Bruñido de cilindros.....	16
Figura 20.	Cambio de guías del cabezote .....	17
Figura 21.	Rectificado de válvulas .....	17
Figura 22.	Rectificación de la superficie de la culata.....	18
Figura 23.	Proceso de calibración del cabezote .....	19
Figura 24.	Proceso de armado y calibrado del cabezote.....	19
Figura 25.	Proceso para sustituir pistones .....	20
Figura 26.	Manual con especificaciones del motor Hyundai Tucson G4GC .....	20
Figura 27.	Torques y especificaciones 1.....	21
Figura 28.	Torques y especificaciones 2.....	21
Figura 29.	Verificación de piezas.....	22
Figura 30.	Lubricación de cojinetes de bancada .....	23
Figura 31.	Medida con plastigauge 0,051 mm.....	23
Figura 32.	Proceso de torque del cigüeñal .....	24
Figura 33.	Verificar medidas con plastigauge en cojinetes de biela .....	24
Figura 34.	Instalación de pistones en los cilindros.....	25

Figura 35.	Montaje del cabezote .....	25
Figura 36.	Instalación de bomba de aceite.....	26
Figura 37.	Colocación del cárter .....	26
Figura 38.	Instalación del sistema de distribución .....	27
Figura 39.	Colocación de la tapa de válvulas.....	28
Figura 40.	Montaje del sistema de admisión.....	28
Figura 41.	Montaje del sistema de escape .....	29
Figura 42.	Instalación del volante de inercia .....	29
Figura 43.	Instalación de los elementos periféricos .....	30
Figura 44.	Montaje del motor en su estructura .....	30
Figura 45.	Montaje del sistema de refrigeración.....	31
Figura 46.	Montaje del sistema de alimentación de combustible .....	32

## **1 Introducción.**

En el taller automotriz de la universidad se encuentra una maqueta didáctica, la cual presenta averías mecánicas, eléctricas y electrónicas según previo diagnóstico que se realizó con la persona encargada del taller.

Las pruebas realizadas en el motor Hyundai Tucson (G4GC) evidenciaron la pérdida de compresión en los cilindros, esto tomando en cuenta las especificaciones técnicas que nos da el manual de servicio del fabricante. El desarrollo de este proyecto permitirá recuperar los parámetros mecánicos definidos por el fabricante del motor.

La importancia de este proyecto radica en analizar, gestionar y solucionar los problemas que se presenten en la reparación mecánica del motor de combustión interna a través de las habilidades adquiridas en los ciclos de estudio, de esta manera se pretende alcanzar un desempeño efectivo y eficiente en el proceso de diagnóstico, desmontaje y posterior montaje de los componentes del motor.

El desarrollo de este proyecto en combinación con construcción de un banco de pruebas para el sistema de inyección electrónico del motor 2.0L del vehículo Hyundai Tucson, permitirá que la carrera de Tecnología en Electrónica Automotriz disponga de un adecuado material para realizar las prácticas de Motores I y de Gestión Electrónica de Motores.

## **2 Marco teórico.**

Un motor de combustión interna de un vehículo es un componente que impulsa el funcionamiento del mismo, este es un tipo de máquina que transforma la energía química en mecánica.

El rozamiento continuo entre las diferentes partes del motor es producto de una mala lubricación, a partir de esta circunstancia se generan fallas innumerables, y todas estas terminan disminuyendo la vida útil del mismo.

La única forma de saber si necesita una reparación el motor es realizando un diagnóstico, a continuación, se presentan algunos síntomas que indican cuando se debe proceder con la reparación:

- Pérdida de potencia.
- Compresión de los cilindros reducida respecto a los valores habituales indicados por el fabricante.

- Emisión de humo azul por el escape, debido a la combustión del aceite utilizado para la lubricación del motor.
- Bujías humedecidas con aceite.
- Ruidos anormales debido a desperfectos mecánicos.

La reconstrucción del motor debe entenderse como el procedimiento mecánico mediante el cual se consigue que cada uno de los componentes recuperen sus características de diseño inicial, por ejemplo, los cilindros volverán a ser como su nombre lo indica “cilíndricos”, la separación entre las puntas de los rines será aquella que esté entre los valores tolerables indicados por el fabricante, las válvulas, sus guías y asientos deberán recuperar sus características de diseño, etc.

## 2.1 Especificaciones

### 2.1.1 Especificaciones del motor Hyundai Tucson G4GC

**Tabla 1.** *Especificaciones del motor*

Motor	G4GC
Propósito	Impulsar el vehículo
Combustible	Gasolina
Potencia máxima	141 CV/ 104 kw
Revoluciones potencia máxima	6000 rpm
Par máximo	184 Nm
Revoluciones par máximo	4500 rpm
Situación	Delantero transversal
Numero de cilindros	4
Disposición de los cilindros	En línea
Material del bloque	Hierro – Carbón
Material de la culata	Aluminio - Silicio
Diámetro	82 mm
Carrera	93.5 mm
Cilindrada	1975 cc
Relación de compresión	10.1 a 1
Válvulas por cilindro	4
Tipo de distribución	Dos árboles de levas en la culata
Alimentación	Inyección directa

Tracción	Delantera
Caja de cambios	Manual
Numero de velocidades	5
Tipo de embrague	Embrague mono disco en seco

### 2.1.2 Valores de presión del motor dados por el fabricante

**Tabla 2.** *Valores de presión de compresión dados por el tutor*

Presión de compresión	(145 psi) (999.738 kpa) (10.194kgf/cm <sup>2</sup> )
-----------------------	--

**FUENTE:** *TUTOR*

### 3 Objetivo general

Reparar los componentes mecánicos del motor Hyundai Tucson G4GC y adecuar la maqueta para soportarlo.

### 4 Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado actual del motor mediante pruebas técnicas establecidas por el fabricante.
- Ejecutar un proceso lógico de despiece del motor y comprobar cada uno de los elementos internos.
- Realizar el proceso técnico de reconstrucción y montaje atendiendo las instrucciones indicadas por el fabricante.
- Ejecutar las calibraciones finales y pruebas que permitan determinar el correcto proceso de reconstrucción.

### 5 Procedimientos y herramientas

#### 5.1 Diagnóstico

Se realizó el diagnóstico del motor siguiendo los procedimientos y pruebas que especifica el fabricante previo al desarmado para establecer el proceso de reparación.

1. Calentar y parar el motor. Dejar que el motor se caliente hasta alcanzar la temperatura normal de funcionamiento.
2. Desmontar las bobinas de encendido.
3. Retire las cuatro bujías.

4. Comprobar la presión de compresión en los cuatro cilindros
5. Inserte un medidor de compresión en el orificio de la bujía.
6. Abra completamente el acelerador
7. Mida la compresión mientras arranca el motor
8. Repita los pasos anteriores para los cuatro cilindros

**Figura 1.** *Medida de presión de compresión*



Nota: Utilice siempre una batería completamente cargada para obtener un régimen del motor de 200 rpm o más, esta medición debe realizarse en el menor tiempo posible.

### **5.2 Datos de presión obtenidos en el motor didáctico.**

**Tabla 3.** *Datos de presión de compresión del motor didáctico*

Numero de cilindros	Compresión
Cilindro 1	115 psi.
Cilindro 2	120 psi.
Cilindro 3	125 psi.
Cilindro 4	120 psi.

**Figura 2.** *Medida de presión de compresión en el cilindro*



**Tabla 4.** *Fugas de presión del motor didáctico*

Numero de cilindros	Fugas de cilindros
Cilindro 1	80 % fugas
Cilindro 2	0 % fugas
Cilindro 3	0 % fugas
Cilindro 4	5 % fugas

**Figura 3.** *Fugas de presión del motor didáctico*



Una vez realizadas las pruebas de diagnóstico del motor se procede con el despiece y limpieza de las piezas del mismo.

**Figura 4.** *Motor didáctico para despiece*



### **5.3 Consideraciones previas a la reparación del motor**

- Pérdida de potencia.
- Consumo de aceite.
- Fugas dentro del cilindro
- Disminución de la presión de compresión del motor.
- Presencia de humo azul en el tubo de escape.

### **5.4 Desmontaje de los elementos exteriores del motor**

- Radiador
- Arnés eléctrico
- Mangueras del radiador
- Tanque de gasolina
- Plato y disco de embrague.
- Volante de inercia.
- Múltiple de escape.
- Múltiple de admisión.
- Alternador.
- Motor de arranque.
- Bases del motor.
- Ventilador.

**Figura 5.** *Motor sin los elementos exteriores*



### **5.5 Procedimiento de desmontaje de las piezas del motor**

- Retirar las tuercas y pernos que sujetan el múltiple de escape y de admisión.
- Quitar los cables de bujías con su respectiva bobina.
- Extraer la polea del cigüeñal para poder retirar las tapas plásticas de la distribución.
- Aflojar los pernos de la tapa válvula y de la tapa de la distribución.
- Poner a punto el motor para verificar las marcas de sincronización existentes en las catalinas del cigüeñal y árbol de levas.
- Aflojar el perno del tensor de la banda de distribución para extraer la misma.
- Retirar la correa de distribución.
- Aflojar los pernos de la culata para su desmontaje.
- Desmontar el árbol de levas y las válvulas.
- Extraer la bomba y el tubo de agua.
- Sacar los pernos de cárter y retirar.
- Retirar la bomba de aceite.
- Sacar el colador de aceite.
- Retirar los pistones.
- Extraer las tapas de bancada y el cigüeñal.

## 5.6 Diagnóstico y comprobaciones de las partes del motor en la rectificadora.

### 5.6.1 Bloque motor.

#### 5.6.1.1 Desgaste de cilindro.

Se produce por el movimiento de descenso hacia el punto muerto inferior, la posición inclinada de la biela genera un empuje lateral que provoca una abrasión o desgaste mayor en uno de los lados del cilindro.

Para la medición del desgaste de los cilindros es necesario tener micrómetros de interiores y de exteriores.

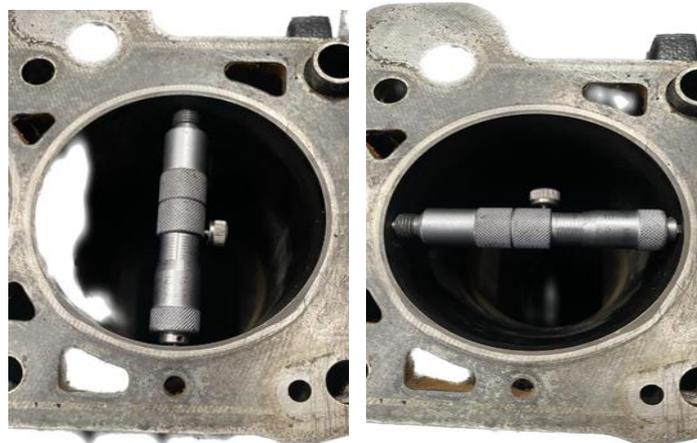
**Figura 6.** *Comprobación de cilindros en la rectificadora*



#### 5.6.1.2 Ovalización del cilindro.

Se conoce como ovalización la deformación que, tras un período prolongado de funcionamiento, presenta la camisa de un cilindro. Está causada por la irregularidad de los empujes laterales del pistón en su recorrido.

**Figura 7.** *Verificación de ovalización de los cilindros*



### 5.6.1.3 Conicidad de un cilindro.

La conicidad es la diferencia de diámetro que tiene el cilindro a distintas alturas, ya que se desgasta más en la parte superior que en la inferior debido al incremento de presión de combustión, la alta temperatura generada y la reducción de lubricación.

Para medir la conicidad de los cilindros se procede con un alexómetro como se muestra en la siguiente imagen.

**Figura 8.** *Comprobación de cilindros con alexómetro*



### 5.6.1.4 Desgaste de los rines.

El desgaste de los anillos del pistón, puede ser causado por varios motivos: Porque las ranuras no tienen la holgura adecuada. Con el calor, los anillos se dilatan, pero si las ranuras no tienen la holgura recomendada, éstos no podrán hacerlo libremente.

Cuando los anillos de pistón sufren daños, el motor perderá su potencia, ya que hay menos compresión. Esto significa que cuando quiera acelerar, el vehículo tardará mucho en hacerlo.

El desgaste de los anillos en el cilindro se da por las impurezas que ingresan desde el filtro de aire cuando este está en mal estado.

Para realizar esta medición es necesario tener láminas de calibración.

**Figura 9.** *Comprobación de desgaste de los rines con galga*



#### **5.6.1.5 Deformación de la superficie de apoyo entre el bloque y cabezote.**

Se produce por el sobrecalentamiento del motor este puede estar provocado por la falta de líquido refrigerante. En estos casos, la junta se somete a temperaturas excesivas y la estanqueidad entre el cabezote y el bloque motor se debilita, haciendo que el cabezote se deforme.

Para esta prueba es necesario una regla para verificar superficies planas y unas láminas de calibración.

**Figura 10.** *Comprobación de la superficie de apoyo entre el bloque y cabezote.*



#### **5.6.1.6 Falla en el pistón.**

Hay varias razones por las cuales el pistón de un motor de vehículo puede dañarse, pero las causas más comunes son las siguientes:

Por sobrecalentamiento. Si el motor se sobrecalienta es debido a una falta de refrigeración adecuada, la expansión térmica del pistón puede causar que se deforme o se agriete.

Desgaste por el tiempo y el uso continuo.

**Figura 11.** *Pistón en mal estado*



## **5.6.2 Culata**

### **5.6.2.1 Desgaste de las válvulas.**

Las válvulas comienzan su desgaste cuando se somete el motor a un sobrecalentamiento, cuando hay falta de lubricación, cuando se sobre revoluciona. También pueden tener los sellos desgastados, acumulación de carbón en el cuello, fracturas en la misma.

**Figura 12.** *Desgaste de válvulas*



### **5.6.2.2 Desgaste de las guías de válvulas.**

El desgaste de las guías de válvulas es causado por el funcionamiento regular del motor y en ocasiones debido al incremento de temperatura.

**Figura 13.** *Desgaste de guía de válvulas*



### **5.6.2.3 Deformación de la superficie del cabezote.**

La deformación de la culata de aluminio puede ocurrir por varias razones, y puede ser un problema grave en los motores de combustión interna. La culata es la parte superior del bloque del motor que contiene las cámaras de combustión, las válvulas y los conductos de admisión y escape.

El aluminio es un material relativamente ligero y resistente, pero también tiene una menor resistencia térmica en comparación con otros metales como el hierro fundido. Esto significa que, si el motor se sobrecalienta, la culata de aluminio puede deformarse más fácilmente. Si el sistema de enfriamiento no funciona correctamente, el motor puede alcanzar temperaturas extremas y hacer que la culata se expanda más de lo normal. Esto puede resultar en fugas de refrigerante, pérdida de compresión por deformación y un rendimiento deficiente del motor.

**Figura 14.** *Cabezote*

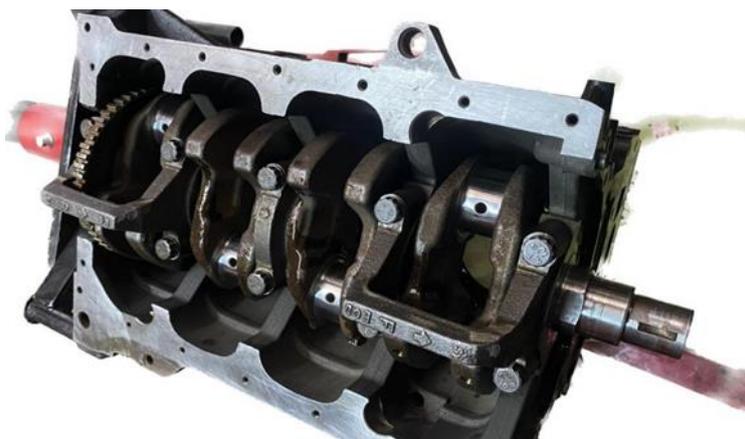


### 5.6.3 Rayaduras en el cigüeñal.

Las rayaduras en el cigüeñal pueden ser causadas por una variedad de factores, incluyendo:

Defectos de lubricación: Si el aceite del motor no se cambia con regularidad o si se utiliza un tipo de aceite de baja calidad, puede producirse una falta de lubricación en el cigüeñal, o que se lo haga con un aceite con impurezas, lo que puede provocar rayaduras.

**Figura 15.** *Cigüeñal sin rayaduras*



## 5.7 Tabla de diagnóstico de elementos del motor.

**Tabla 5.** *Tabla de diagnóstico de los elementos del motor*

Elementos	Estado	Observación
Bloque motor	Mal estado	Cilindros rayados
Pistones	Mal estado	Presentan desgaste
Rines	Mal estado	Desgaste excesivo
Brazos de biela	Buen estado	Ninguna
Válvulas	Buen estado	Ninguna
Taqués	Buen estado	Ninguna
Árbol de levas	Buen estado	Ninguna
Guías de válvulas	Mal estado	Reemplazar
Conjunto de distribución	Buen estado	Ninguna
Bomba de aceite	Buen estado	Ninguna
Cojinete de bancada	Mal estado	Reemplazar
Cojinete de biela	Mal estado	Reemplazar
Cigüeñal	Buen estado	Ninguna
Bomba de agua	Buen estado	Ninguna

Volante de inercia	Buen estado	Ninguna
Motor de arranque	Buen estado	Ninguna
Alternador	Buen estado	ninguna
Bandas de accesorios	Mal estado	Reemplazar
Mangueras de refrigeración	Buen estado	Ninguna

## 5.8 Proceso de rectificado de las partes del motor.

### 5.8.1 Lavado del bloque motor.

Para el lavado se utilizó desengrasante industrial propio para la limpieza del bloque motor, eliminando residuos de grasa y suciedad acumulada, para este proceso se utiliza equipo de seguridad, guantes y gafas.

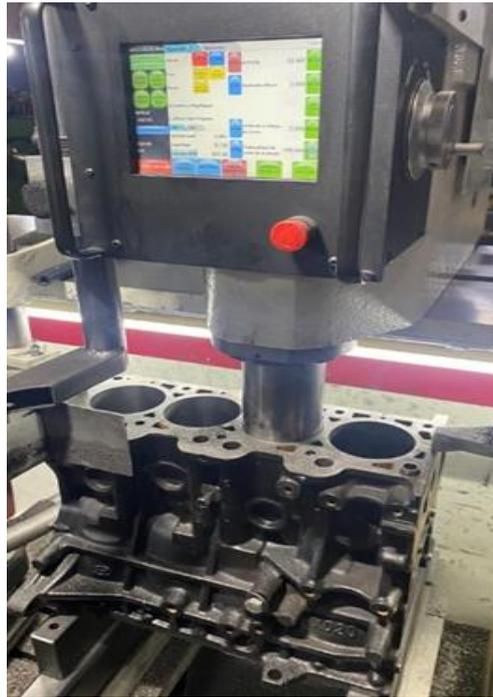
**Figura 16.** *Lavado del motor*



### 5.8.2 Rectificación de cilindros.

Los cilindros estaban fuera de las tolerancias aceptables, por lo que se procede al rectificado, incrementando su diámetro en 0.50 mm del valor estándar, este proceso implica utilizar una máquina de rectificación de cilindros que utiliza una cuchilla de diamante, estas cuchillas están recubiertas con partículas de diamante que garantizan una alta capacidad de corte y una excelente durabilidad.

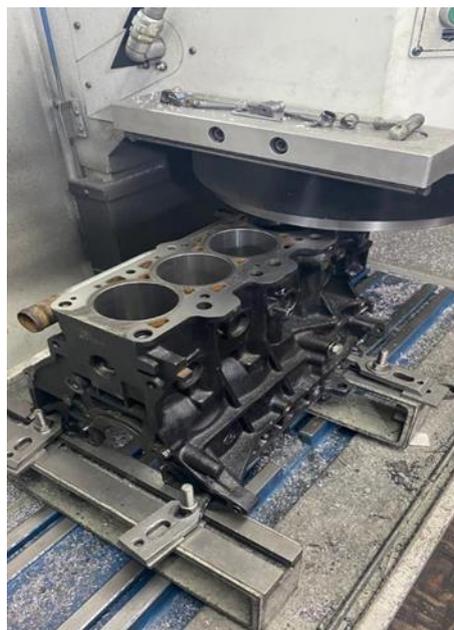
**Figura 17.** *Rectificación de cilindros*



### **5.8.3 Rectificación de la superficie del bloque motor para unión con la culata.**

La rectificación de esta superficie del bloque motor se realiza para corregir irregularidades, daños o desgaste en la superficie del bloque. Esto se hace utilizando una máquina rectificadora que retira una pequeña capa de material de la superficie, dejándola plana.

**Figura 18.** *Rectificación de la superficie del bloque motor*



#### **5.8.4 Bruñido de cilindros.**

Es un proceso utilizado para obtener una superficie interna suave y uniforme en los cilindros del bloque motor. El bruñido se realiza utilizando una herramienta especial llamada bruñidora.

Se coloca la bruñidora dentro del cilindro a trabajar asegurándose de que esté correctamente centrada en el mismo y que no haya juego o movimientos laterales, se aplica un lubricante o líquido refrigerante específico en los cilindros para reducir la fricción y el calor generado durante el bruñido, las piedras abrasivas de la bruñidora irán desgastando y puliendo la superficie del cilindro, durante el bruñido se deben realizar mediciones periódicas del diámetro del cilindro para asegurarse de que se esté logrando el tamaño y la tolerancia deseados, el incremento de diámetro provocado por este proceso es de 0.03 a 0.04 mm

**Figura 19.** *Bruñido de cilindros*



**Fuente.** *Autor*

#### **5.8.5 Cambio de guías de válvula.**

El cambio de las guías del cabezote se realiza por presentar desgaste y necesitan ser reemplazadas.

Antes de comenzar el cambio de las guías, debes desmontar completamente el cabezote del motor. Esto implica retirar todas las piezas y componentes conectados al cabezote, como las válvulas, los resortes, los taqués.

**Figura 20.** *Cambio de guías del cabezote*



#### **5.8.6 Rectificación de válvulas.**

El cambio de las válvulas de un motor no sigue un intervalo de tiempo fijo, ya que depende de varios factores, como el tipo de motor, la calidad del mantenimiento, el uso del vehículo y las recomendaciones del fabricante. Sin embargo, el cambio de las válvulas se debe realizar cuando existe un desgaste excesivo del vástago de la válvula y de la cabeza de la válvula. En el presente caso no fue necesario realizar el cambio de las válvulas.

**Figura 21.** *Rectificado de válvulas*



### **5.8.7 Rectificación de la superficie de la culata para unión con el bloque.**

La rectificación de la superficie de la culata se realizó por presentar irregularidades en la superficie de contacto entre la culata y el bloque motor.

**Figura 22.** *Rectificación de la superficie de la culata*



### **5.8.8 Calibración de válvulas.**

Este es un proceso que se realiza para asegurar el juego adecuado entre las válvulas y los componentes asociados en el tren de válvulas del motor.

Es importante conocer las especificaciones de calibración recomendadas por el fabricante del motor. Estas especificaciones incluyen el juego de válvulas recomendado para cada válvula, tanto en las válvulas de admisión como en las de escape, utilizando una herramienta de calibración de válvulas, como una galga de espesores, se mide el juego de válvulas actual y se ajusta modificando el espesor de las pastillas hasta lograr una holgura de 0.20 mm para la válvula de admisión y 0.28 mm para la de escape.

**Figura 23.** *Proceso de calibración del cabezote*



### **5.8.9 Proceso de calibrado y armado del cabezote**

Este proceso implica ensamblar todos los elementos y componentes del cabezote de manera adecuada y ajustar las válvulas a las especificaciones recomendadas, para ello realizamos los siguientes pasos: limpieza y preparación, inspección de componentes, lubricación, ensamblaje de las válvulas, ajuste de las válvulas, verificación de la calibración, ensamblaje final, los pernos de sujeción se ajustan según el torque especificado por el fabricante.

**Figura 24.** *Proceso de armado y calibrado del cabezote*



### **5.8.10 Proceso para sustituir pistones**

En una prensa hidráulica retiramos el bulón para extraer el pistón de la biela ya que presentaba daños irreparables para luego ser sustituida por un pistón nuevo.

**Figura 25.** *Proceso para sustituir pistones*



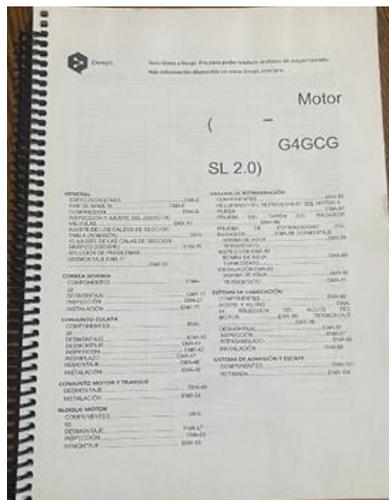
### 5.9 Proceso de armado de los componentes del motor.

El armado de un motor de combustión interna sigue un proceso lógico que implica varias etapas. A continuación, presentamos un proceso para el armado de un motor de combustión interna.

#### 5.9.1 Preparación del área de trabajo.

Antes de comenzar el proceso de armado, es importante asegurarse de tener un espacio limpio y organizado para trabajar. Se debe contar con todas las herramientas necesarias y también con el manual de instrucciones del fabricante del motor.

**Figura 26.** *Manual con especificaciones del motor Hyundai Tucson G4GC*



**Figura 27. Torques y especificaciones 1**

HYUNDAI			
Ref:	FRACO HG-3640090-MLO	Modelo	ELANTRA / TIBURÓN / TUCSON
Diagn.		Motor	G4GC / DOHC / CVVT
		Ø cilindro	82 mm (3.230")
		Camera	93.5 mm (3.681")
		Año	01 - 05
		1975 c.c.	121 pulg <sup>3</sup>
<b>Orden de apriete de la culata de cilindros (cabeza-cámara)</b>		<b>Cilindros</b>	
Nueva Mínima Def.Max. 0.10 mm (0.004") Maq.Max. 0.008"			
<b>TORQUES</b> 1 apriete T 10mm 22 lb-pie T 12mm 26 lb-pie 2 apriete *+65° giro 3 apriete *+65° giro 4 apriete Tapa válvulas 12 lb-pie		Encendido 1 - 3 - 4 - 2    Rel. Comp. 10,3:1 Cigüeñal del. 37.8 x 49 x 7.5 mm Cigüeñal tras. 80 x 96 x 9 mm Árbol de levas 35 x 50 x 8 (2) mm Otros Sellos de válvula	
<b>Observaciones y apuntes personales</b>			
* En las piezas con apriete angular es imprescindible sustituir los tornillos para un nuevo montaje de la pieza y/o verificar su longitud conforme a las especificaciones del fabricante.		Diagramas	
Motor <b>056</b> Otras aplicaciones:			

**Fuente:** FRACO. (22 de NOVIEMBRE de 2022). *MANUAL DE TORQUES Y REGLAJES*. Obtenido de FÁBRICA COLOMBIANA DE REPUESTOS AUTOMOTORES S.A.: <https://www.fraco.co/images/QR/FS3640090.pdf>

**Figura 28. Torques y especificaciones 2**

HYUNDAI			
HG-3640090-MLO		Especificaciones generales para el armado del motor	
<b>Árbol de levas</b> 	<b>Marcas de puesta a punto</b> 	<b>Sincronización mecánica</b> 	
Juego axial 0.10 - 0.20 mm (0.004 - 0.008") Válv. Ad.F 0.14-0.28mm (0.005-0.011") Ad.C Es.F 0.21-0.40mm (0.008-0.015") Es.C	MFI Map-DIS    Bujujas 1-1,1mm (Ø.040 - 0.043") Avance 10° apr/s / 660 rpm    Ralentí 660 rpm no ajustable	Hacer coincidir las marcas Hacer coincidir las marcas Hacer coincidir las marcas	
<b>TORQUES</b> Bieletas 20 lb-pie 40 lb-pie Bancadas 25 lb-pie *+60° giro Volante 80-95 lb-pie Cáster 11 Nm		<b>Bloque (Bancada - Cáster / Monoblock)</b> 	<b>Datos especiales</b> Culata (C.V.T) 22100-23780 Tensor 2006-2007 Tornillo del tensor 244-12-23250 M10 x 1,25 Hacer coincidir las marcas de engranaje de árbol de levas con el símbolo de color
Juego axial cigüeñal 0.06 - 0.26 mm (0.002 - 0.010") Holgura pistón - Cilindro 0.02 - 0.04 mm (0.0008 - 0.0016")		Holgura aceite Bieleta 0.02 - 0.04 mm (0.0008 - 0.0016") Holgura aceite cigüeñal Puntos de ajuste Comp. Superior 0.009 - 0.015" Comp. Inferior 0.013 - 0.019"	
Motor <b>056</b>		Motor <b>056</b>	

**Fuente:** FRACO. (22 de NOVIEMBRE de 2022). *MANUAL DE TORQUES Y REGLAJES*. Obtenido de FÁBRICA COLOMBIANA DE REPUESTOS AUTOMOTORES S.A.: <https://www.fraco.co/images/QR/FS3640090.pdf>

### 5.9.2 Verificación de las piezas.

Para el ensamblaje del motor, es esencial verificar todas las piezas para asegurarse que estén en buenas condiciones y sean compatibles. Esto implica revisar cada componente, como pistones, rines o aros, bielas, árboles de levas, cigüeñal, culatas, válvulas, juntas, etc., para detectar posibles daños, desgaste excesivo o deformaciones. También se debe verificar que todas las piezas sean del tipo y tamaño adecuado para el motor en particular.

Es fundamental tener el manual con especificaciones del motor Hyundai Tucson G4GC para consultar las holguras y tolerancias recomendadas por el fabricante durante la verificación de las piezas. Si alguna pieza está dañada o no cumple con los estándares, se debe reemplazar antes de continuar con el ensamblaje.

**Figura 29.** *Verificación de piezas*



### 5.9.3 Limpieza y lubricación de las piezas.

Antes de comenzar el ensamblaje, se deben limpiar todas las piezas cuidadosamente para eliminar cualquier residuo o partícula que pueda afectar su funcionamiento. Utilice solventes adecuados y herramientas de limpieza específicas para cada componente. Luego, se deben lubricar las partes móviles con aceite para reducir la fricción durante el ensamblaje (no lubricar la parte posterior de los cojinetes).

**Figura 30.** *Lubricación de cojinetes de bancada*



#### **5.9.4 Ensamblaje del bloque motor.**

El bloque motor es la estructura principal que alberga los cilindros, el cigüeñal y otros componentes importantes. El proceso de ensamblaje del bloque motor implica los siguientes pasos.

#### **5.9.5 Verificar las medidas con plastigauge en los cojinetes de bancada.**

- Primero colocar los cojinetes de bancada con la dimensión requerida, evitando obturar algún orificio del sistema de lubricación.
- Verificar con plastigauge que exista la holgura entre cigüeñal y cojinetes (sin lubricante)

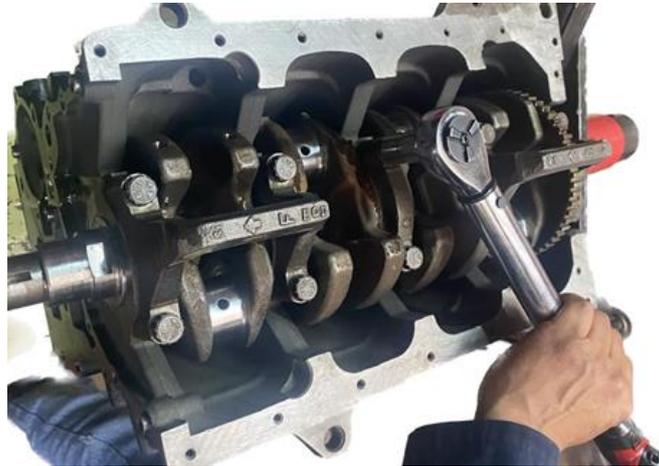
**Figura 31.** *Medida con plastigauge 0,051 mm*



### 5.9.6 Colocación del cigüeñal

Posicionar el cigüeñal en el bloque del motor, asegurándose de que esté alineado correctamente y que los cojinetes estén lubricados adecuadamente. Apretar los tornillos de sujeción según las especificaciones del fabricante.

**Figura 32.** *Proceso de torque del cigüeñal*



### 5.9.7 Verificar las medidas con plastigauge en los cojinetes de biela.

Primero colocar los pistones en los cilindros del bloque del motor, asegúrese de que los anillos de pistón estén correctamente orientados y lubricados. El proceso es similar al descrito en el apartado 5.9.5, pero ahora las verificaciones se hacen en las muñequillas de biela.

**Figura 33.** *Verificar medidas con plastigauge en cojinetes de biela*



### 5.9.8 Instalación de los pistones y las bielas.

Una vez concluida la prueba anterior, se debe limpiar los residuos de plastigauge, si la dimensión es correcta, lubricar y armar con el torque recomendado en el manual del fabricante; caso contrario realizar las reparaciones respectivas.

**Figura 34.** *Instalación de pistones en los cilindros*



### 5.9.9 Montaje del cabezote.

El cabezote es un componente que se encuentra en la parte superior del bloque motor y contienen las válvulas y las cámaras de combustión, armar las válvulas verificando las holguras respecto a las guías, con los sellos de válvula, muelles, cazoletas, seguros y taqués con las pastilla que corresponda para tener la adecuada holgura, ahora limpiar las superficies de contacto en el bloque del motor y la culata e instalar el empaque y ajustar los pernos siguiendo las especificaciones de torque recomendadas.

**Figura 35.** *Montaje del cabezote*



### 5.9.10 Instalación de la bomba de aceite.

Coloca la bomba de aceite en su posición correspondiente y ajústela correctamente, ahora se conecta las tuberías de entrada y salida de aceite.

**Figura 36.** *Instalación de bomba de aceite*



### 5.9.11 Colocación del cárter.

Se coloca una junta nueva en la superficie común del cárter y el bloque motor, se alinea el cárter con los orificios, luego se fija en su lugar con los pernos adecuados.

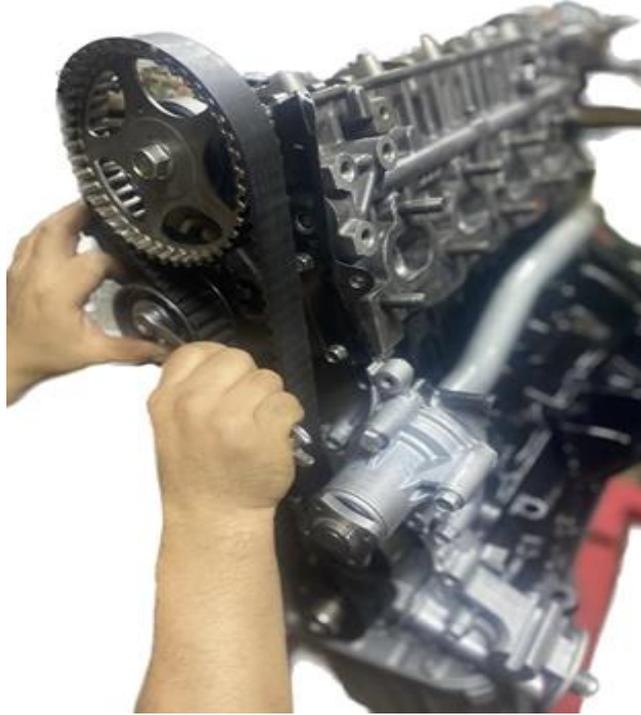
**Figura 37.** *Colocación del cárter*



### **5.9.12 Instalación del sistema de distribución.**

El sistema de distribución incluye componentes como el árbol de levas, la correa de distribución, tensores y guías. Se debe seguir las especificaciones del fabricante para instalar sincrónicamente estos componentes. Asegúrese de que el árbol de levas esté alineado adecuadamente y que la correa de distribución esté tensa y correctamente posicionada, colocar sus respectivas tapas plásticas que cubren el sistema.

**Figura 38.** *Instalación del sistema de distribución*



### **5.9.13 Colocación de la tapa de válvulas.**

Se instala la junta nueva en la parte inferior de la tapa de válvulas, alineando la tapa de válvulas con los orificios de montaje en el motor, colocar los pernos correspondientes de la tapa de válvulas y apretarlos de una manera uniforme y gradual hasta que estén firmemente sujetos, evitando apretar en exceso. Se verifica que la tapa de válvulas esté bien asegurada y no haya fugas de aceite alrededor de la junta.

**Figura 39.** *Colocación de la tapa de válvulas*



#### **5.9.14 Montaje del sistema de admisión y escape.**

Instalar los múltiples de admisión y escape. Asegúrese de seguir las especificaciones del fabricante para el torque de los pernos y las conexiones de los tubos. Conecta correctamente las tuberías y mangueras relacionadas con el sistema de admisión y escape.

**Figura 40.** *Montaje del sistema de admisión*



**Figura 41.** *Montaje del sistema de escape*



#### **5.9.15 Instalación del volante de inercia.**

Antes de colocar el volante de inercia, es importante asegurarse de que esté alineado correctamente con el cigüeñal. Se coloca los pernos y se da el torque especificado por el fabricante.

**Figura 42.** *Instalación del volante de inercia*



### 5.9.16 Instalación de los elementos periféricos del motor.

Los elementos mencionados hacen relación al alternador, motor de arranque, poleas, bandas y filtros.

**Figura 43.** *Instalación de los elementos periféricos*



### 5.9.17 Montaje del motor en la estructura metálica.

El motor se sujeta en la estructura metálica con las bases propias del motor y con dos soportes en la parte posterior para evitar vibraciones fuertes.

**Figura 44.** *Montaje del motor en su estructura*



### **5.9.18 Montaje del sistema de refrigeración.**

El sistema de refrigeración es esencial para mantener la temperatura adecuada del motor y prevenir el sobrecalentamiento. El proceso de montaje del sistema de refrigeración implica los siguientes pasos:

Coloca el radiador en su posición correspondiente y asegúralo correctamente. Conecta las mangueras de entrada y salida de líquido refrigerante de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

**Figura 45.** *Montaje del sistema de refrigeración*



### **5.9.19 Instalación del sistema de encendido y combustible.**

#### **5.9.19.1 Montaje de las bujías.**

Instalar las bujías recomendadas en los orificios del cabezote, asegurándose de ajustar correctamente el espacio entre los electrodos y de apretarlas según las especificaciones del fabricante.

#### **5.9.19.2 Conexión de los inyectores de combustible.**

Conectar los inyectores de combustible a los puertos correspondientes en el sistema de admisión, asegurándose que las juntas de estanqueidad estén bien.

#### **5.9.19.3 Conexión del sistema de encendido.**

Conectar los cables de encendido a las bujías y a la bobina de encendido, asegurándote de que las conexiones están firmes.

#### 5.9.19.4 Montaje del sistema de alimentación de combustible.

Instalar la bomba de combustible, el filtro de combustible y las líneas de combustible, siguiendo las especificaciones del fabricante.

**Figura 46.** *Montaje del sistema de alimentación de combustible*



Una vez completado el montaje del sistema de encendido y combustible, colocar lubricante, el filtro y refrigerante para poner en marcha el motor.

#### 5.10 Herramientas

- Manual de servicio Hyundai Tucson G4GC
- Caja de herramientas completa
- Faja para compresión de rines
- Torquímetro
- Repuestos nuevos
- Aceite
- Líquido refrigerante
- Manómetros detectores de fugas de presión en los cilindros.
- Manómetro de presión de aceite
- Manómetro de presión de gasolina
- Caballete para motores
- Depósitos para líquidos
- Juego de llaves mixtas en mm
- Caja de dados en mm
- Palanca de fuerza

- Pistola neumática
- Compresor
- Juego de desarmadores
- Playo
- Prensa para desmontar las válvulas
- Micrómetro de interiores
- Micrómetros de exteriores
- Alexómetro
- Láminas de calibración
- Regla para verificar superficies planas
- Máquina para:
  - Lavado de las piezas
  - Rectificar los cilindros
  - Rectificar las superficies planas
  - Rectificación de cigüeñales
  - Bruñido de los cilindros
  - Armado de los brazos de biela con pistones
  - Banco para montaje de las válvulas del cabezote
  - Pruebas finales

## 6 Resultados.

**Tabla 6. Medidas realizadas después de la reparación**

Numero de cilindros	Compresión
Cilindro 1	130 psi.
Cilindro 2	130 psi.
Cilindro 3	130 psi.
Cilindro 4	130 psi.

## **7 Conclusiones.**

Se cumplió con el objetivo de presentar el motor reconstruido mecánicamente con un grado de cumplimiento de los parámetros de funcionamiento establecidos por el fabricante que satisfagan los valores tolerables.

En atención a que el trabajo de titulación es parte de un proyecto que se integra con otro titulado “construcción de un banco de pruebas para el sistema de inyección electrónico del motor 2.0L del vehículo Hyundai Tucson”, desarrollado por un equipo de trabajo diferente, se pone en funcionamiento al motor para una evaluación general, de esta manera la reconstrucción queda totalmente funcional para su uso didáctico.

## **8 Bibliografía**

FRACO. (22 de NOVIEMBRE de 2022). *MANUAL DE TORQUES Y REGLAJES*. Obtenido de FÁBRICA COLOMBIANA DE REPUESTOS AUTOMOTORES S.A.:  
<https://www.fraco.co/images/QR/FS3640090.pdf>

RO-DES. (2011). *RO-DES Sencillo de principio a fin*. Obtenido de [https://www.ro-des.com/mecanica/reparar-un-motor-gasolina-recomendaciones/](https://www.ro-des.com/mecanica/ reparar-un-motor-gasolina-recomendaciones/)

Valvulita. (2016). *Valvulita*. Obtenido de <https://www.valvulita.com/contenido/manual-de-servicio-hyundai-y-kia-g4gc>