

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

**COMPROBACION, REPARACION Y PUESTA EN MARCHA DEL MOTOR HYUNDAI
D4AE**

**JUAN JOSÉ RUEDA MORALES
JUAN DAVID FORERO
CRISTHIAN SEBASTIAN MORALES**

**UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD INGENIERIA
PROGRAMA MECANICA AUTOMOTRIZ
BOGOTÁ, D.C.
AÑO 2020**

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

**COMPROBACION, REPARACION Y PUESTA EN MARCHA DEL MOTOR HYUNDAI
D4AE**

**JUAN JOSÉ RUEDA MORALES
JUAN DAVID FORERO
CRISTIAN MORALES**

ARMANDO ALFREDO HERNANDEZ MARTIN
Ingeniero Mecánico
Magister en Energías renovables

UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION DE INGENIERIA MECANICA
TECNOLOGIA EN MECANICA AUTOMOTRIZ MECANICA AUTOMOTRIZ
BOGOTÁ D.C.
AÑO 2020

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

NOTA DE ACEPTACION

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Bogotá xxx de xxxxx

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

AGRADECIMIENTOS

De manera muy amable se quiere agradecer a todas las personas que ayudaron a que este proyecto se llevara a cabo satisfactoriamente, comenzando por La Universidad ECCI, que fue la que nos dio el permiso y nos brindó el motor Hyundai D4AE al que se le llevo al cabo la reparación.

Como segunda medida se le quiere agradecer al Ingeniero Armando Hernández por ser nuestro tutor a lo largo de este proyecto, y brindarnos el apoyo que necesitamos en cualquier momento.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	4
TABLA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABLAS	11
1. COMPROBACION, REPARACION Y PUESTA EN MARCHA DEL MOTOR HYUNDAI D4AE	13
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
2.1. Descripción del problema	13
2.2. Formulación del problema	13
3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	14
3.1. Objetivo general.	14
3.2. Objetivos específicos.....	14
4.1. Justificación.....	15
4.2. Delimitación.....	15
5. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN	16
5.1 Marco teórico.	16
5.2 Marco conceptual.....	18
5.2.1 Historia Hyundai Motor Company.	20
5.2.1.1 Motor D4AE.....	20
5.3 Marco legal.....	22
5.4 Marco histórico	23
6. TIPO DE INVESTIGACIÓN	24

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

7. DISEÑO METODOLÓGICO	24
7.1.Materiales.....	25
7.2.Paso a paso.....	33
7.3.Resultados.....	64
8. FUENTES PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN	75
8.1.Fuentes primarias	75
8.2.Fuentes secundarias	75
9. RECURSOS	76
10. CRONOGRAMA	78
11. BIBLIOGRAFIA.....	79

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

TABLA DE FIGURAS

Ilustración 1. Especificaciones motor D4AE. (Hyundai, 2015).....	21
Ilustración 2. Grafica de Poder vs Torque (Hyundai, 2015).....	21
Ilustración 3. Motor Hyundai D4AE Diésel. (Del autor).	25
Ilustración 4. Medidor de presión de aceite. (Del autor).....	26
Ilustración 5. Medidor de compresión. (Del autor).	26
Ilustración 6. Probador de fugas. (Del autor).	27
Ilustración 7. Juego de copas de media y tres octavos. (Stanley, 2019).	27
Ilustración 8. Martillos (Horusdy, s.f.).	28
Ilustración 9. Juego de llaves mixtas. (Stanley, 2019).	28
Ilustración 10. Destornilladores. (Stanley, 2019).....	28
Ilustración 11. Galgas. (Stanley, 2019).....	29
Ilustración 12. Alicates y pinzas de punta. (Stanley, 2019).	29
Ilustración 13. Varsol. (TodoAseo, 2020).....	29
Ilustración 14. Silicona Grey. (Anonimo, Silicona Loctite Grey, s.f.).	30
Ilustración 15. Pinzas saca pines. (Stanley, 2019).	30
Ilustración 16. Torquímetro. (Stanley, 2019).....	31
Ilustración 17. Llave para filtros de aceite. (Stanley, 2019).	31
Ilustración 18. Botadores. (Stanley, 2019).	31
Ilustración 19. Pie de rey. (Anonimo, Calibre (Instrumento), 2020).	32
Ilustración 20. Micrometro (Anonimo, Micrómetro (instrumento), 2020).....	32

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Ilustración 21. Reloj comparador (Rodriguez, s.f.).....	32
Ilustración 22. Comparador de cilindros. (Lafuente, s.f.).....	33
Ilustración 23. Plastigage. (GROUP, s.f.).....	33
Ilustración 24. Desensamble de tapa válvulas. (Del autor).....	37
Ilustración 25. Vista superior culata. (Del autor).....	37
Ilustración 26. Desensamble Bomba de inyección. (Del autor).....	38
Ilustración 27. Desensamble bomba de inyección 2. (Del autor).....	38
Ilustración 28. Extracción filtro de aceite. (Del autor).	39
Ilustración 29. Desensamble bomba de aceite. (Del autor).....	40
Ilustración 30. Extracción aceite de motor. (Del autor).....	40
Ilustración 31. Desensamble de múltiple de escape. (Del autor).....	41
Ilustración 32. Desensamble múltiple de admisión. (Del autor).....	42
Ilustración 33. Desensamble de culata. (Del autor).	42
Ilustración 34. Culata Vista inferior. (Del autor).	43
Ilustración 35. Extracción empaque de culata. (Del autor).	43
Ilustración 36. Empaque de culata. (Del autor).....	44
Ilustración 37. Extracción tapa de la distribución. (Del autor).	46
Ilustración 38. Extracción tapa de distribución 2. (Del autor).	47
Ilustración 39. Piñones de distribución. (Del autor).....	47
Ilustración 40. Desensamble pistón. (Del autor).....	48
Ilustración 41. Medida diámetro de bulón. (Del autor).....	48

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Ilustración 42. Diámetro interior de la parte superior de la biela. (Del autor).....	49
Ilustración 43. Juego entre bulón y orificio superior de la biela. (Del autor).	49
Ilustración 44. Diámetro cabeza de pistón. (Del autor).....	50
Ilustración 45. Vista superior de bloque de motor. (Del autor).....	53
Ilustración 46. Repuestos enviados a la rectificadora. (Del autor).	55
Ilustración 47. Camisas nuevas. (Del autor).	56
Ilustración 48. Camisas, anillos. (Del autor).....	56
Ilustración 49. Bloque siendo llevado a la rectificadora. (Del autor).	57
Ilustración 50. Culata, cigüeñal, árbol de levas, siendo llevados a la rectificadora. (Del autor).....	57
Ilustración 51. Bloque siendo encamisado. (Del autor).....	58
Ilustración 52. Bloque siendo encamisado 2. (Del autor).....	58
Ilustración 53. Bloque con pistones y cigüeñal. (Del autor).....	59
Ilustración 54. Ensamble de cárter y culata con el bloque. (Del autor).....	59
Ilustración 55. Puesta en bases del motor. (Del autor).....	60
Ilustración 56. Puesta en tiempo del motor. (Del autor).....	60
Ilustración 57. Motor ensamblado, sin filtro de aceite. (Del autor).....	61
Ilustración 58. Filtro de aceite nuevo puesto. (Del autor).....	61
Ilustración 59. Filtro de aceite nuevo y viejo. (Del autor).	62
Ilustración 60. Aceite de motor brindado por la universidad. (Del autor).....	62
Ilustración 61. Repuestos reemplazados. (Del autor).....	63

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Ilustración 62. Vertiendo el aceite en el motor. (Del autor)..... 63

Ilustración 63. Girando del cigüeñal del motor. (Del autor)..... 64

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tabla referencias. (Del autor).....	17
Tabla 2. Reparación del motor. (Del autor).	19
Tabla 3. Límites máximos de opacidad para vehículos accionados con diésel en aceleración libre (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2018).	22
Tabla 4. Presión de aceite. (Del autor).....	34
Tabla 5. Prueba de compresión. (Del autor).	35
Tabla 6. Prueba de fugas. (Del autor).	36
Tabla 7. Holgura entre guía y vástago de la válvula. (Del autor).	44
Tabla 8. Ángulos de los asientos de las válvulas. (Del autor).	45
Tabla 9. Ancho de válvulas. (Del autor).	45
Tabla 10. Deformación base de culata. (Del autor).	45
Tabla 11. Medidas resortes de válvulas. (Del autor).	46
Tabla 12. Diámetro del Bulón del pistón. (Del autor).	50
Tabla 13. Largo del bulón del pistón. (Del autor).	50
Tabla 14. Juego de biela con el bulón. (Del autor).	51
Tabla 15. Diámetro parte baja biela con y sin casquetes. (Del autor).	51
Tabla 16. Medida cabeza del pistón. (Del autor).	51
Tabla 17. Diámetro parte superior biela . (Del autor).	52
Tabla 18. Metrología del cigüeñal. (Del autor).	52

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Tabla 19.Trabajo de anillos en el cilindro. (Del autor).	54
Tabla 20. Comparación medidas manual. (Del autor).	70
Tabla 21.Recursos humanos y financieros. (Del autor).	76
Tabla 22. Recursos físicos. (Del autor).	77
Tabla 23.Cronograma. (Del autor).	78

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

1. COMPROBACION, REPARACION Y PUESTA EN MARCHA DEL MOTOR HYUNDAI D4AE

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1. Descripción del problema

El proceso de formación en el ciclo profesional involucra espacios académicos diversos para lograr las competencias propuestas por la Universidad ECCI, en lo que tiene que ver con la formación de Tecnólogo en Mecánica Automotriz, es así que se desarrollan practicas con ayudas didácticas, equipos y herramientas en asignaturas específicas tecnológicas donde se dan a conocer los diversos sistemas del vehículo, este proceso es repetitivo con cada grupo de estudiantes de acuerdo al plan de estudios, lo anterior deriva en una desgaste de las ayudas didácticas hasta un punto donde se requiere realizar un proceso de reparación o cambio por baja operatividad.

La universidad ECCI tiene en su haber un motor diésel marca Hyundai modelo D4AE con numero de referencia D4AE1112430, está catalogado como ayuda didáctica y en el momento presenta un síntoma de falla relacionado con el encendido lo cual no posibilita el correcto funcionamiento de este, y a su vez que no pueda ser puesto en marcha o usado en las diferentes actividades académicas en la formación como Tecnólogo.

2.2. Formulación del problema

La reparación del motor se va a llevar a cabo dentro de la universidad, por lo cual debemos hacernos la pregunta de ¿Qué procesos técnicos se deben llevar a cabo para que la reparación del motor Hyundai D4AE vuelva operativo nuevamente este motor?

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Objetivo general.

Comprobación, reparación y puesta en marcha del motor Hyundai D4AE.

3.2. Objetivos específicos.

- Realizar un diagnóstico del motor al momento.
- Realizar el desensamble y comprobación metrológica del estado actual del motor.
- Realizar las reparaciones y/o cambio de elementos necesarios.
- Poner en marcha el motor.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

4.1. Justificación.

Uno de los motivos más importantes que motivo a la selección de este proyecto es que la universidad necesita que todos los motores de combustión interna de encendido por compresión (diésel) que se tienen para el aprendizaje de comunidad estudiantil estén en perfectas condiciones para que los estudiantes del programa TLMA tengan la posibilidad de trabajar con motores con un nivel de operatividad según estándares de fábrica y sin fallas, haciendo que su aprendizaje sea más efectivo y se motiven a hacer las cosas bien, y por otro lado el tener un escenario donde se apliquen las competencias adquiridas durante el proceso de formación en el nivel tecnológico.

En el horizonte del desarrollo de este proyecto se espera cumplir con unos procesos de reparación en línea con el manual del fabricante y la interrelación debida de los conceptos, destrezas y capacidad de análisis de información que se requieran.

4.2. Delimitación.

Este proyecto se llevará a cabo dentro de las instalaciones de la universidad a lo largo de 4 semanas (1 mes) con una dedicación de 250 horas aproximadamente, trabajando de 8am a 12m por tres estudiantes de la universidad ECCI que están cursando el quinto semestre de Tecnología en Mecánica Automotriz. Se busca el cumplimiento del objetivo general planteado en la que se refiere a reparación y puesta en marcha con la aplicación de los procedimientos de fabricante.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

5. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN


5.1 Marco teórico.

La reparación de un motor de combustión interna es importante ya que como cualquier maquina al pasar de su tiempo presenta condiciones de desgaste que alteran su funcionamiento es por esto que se intervienen los motores con el fin de dar una solución que principalmente tenga un beneficios sociales, ambientales y económicos por lo que se opta por reparar y hacer el cambio de piezas y no hacer el cambio total del conjunto por uno nuevo lo que implicaría mayor gasto y sería un desperdicio de la maquinaria.

Claro está que en un proceso normal el motor debe indicar en que momento es correcto hacerlo y por esto se presentan diferentes síntomas para predecir cuando ya es necesaria esta reparación y si es llevado un conteo de kilómetros que es la manera de medir el tiempo de unos de un vehículo.


Pasos de reparación:

1. Análisis.
2. Diagnostico.
3. Desensamble.
4. Toma de mediciones.
5. Sustitución componentes dañados o desgastados.
6. Rectificación.
7. Ensamble con los nuevos componentes.
8. Medición final.
9. Puesta en marcha.
10. Análisis final.
11. Pruebas de rendimiento y emisiones en ruta.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Nombre monografía	Objetivo general	Dirección internet
Reparación motores	Partes y paso a paso de la reparación del motor diésel	https://www.monografias.com/docs/Reparacion-De-Motores-PKJRQARYBY
Motores diésel	Características motores diésel, su reparación en el campo marino	https://es.scribd.com/doc/227532814/Monografia-Motores-Diesel
El motor a diésel	Caracterización, historia y funcionamiento	https://es.scribd.com/document/231180697/Monografia-El-Motor-a-Diesel
Mecánica monográfica	Sistema a HINO diésel	http://mecanica-monografia-hino.blogspot.com/
Hidráulica y termo fluidos	Diagnóstico de motores diésel mediante análisis lubricante	http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtual/Publicaciones/hidraulica_mecanica/2001_n2/diagnostico.htm
<i>Motor diésel</i>	<i>Reparación e importancia</i>	http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtual/Publicaciones/hidraulica_mecanica/2001_n2/diagnostico.htm

Tabla 1. Tabla referencias. (Del autor)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009


Con respecto a este tema que se quiere abarcar en este proceso se encuentran varios documentos académicos los cuales exponen el desarrollo de temáticas relacionadas, lo anterior sirve de evidencia para validar que este tipo de acciones están involucradas en un nivel educativo y en un área específica del conocimiento, por ende, son válidos y aportan a la construcción, afianzamiento y generación de competencias propias de una comunidad estudiantil.

5.2 Marco conceptual.

La conceptualización es un indicador de apropiación y capacidad de análisis, por ello a continuación se dan a conocer algunas definiciones que viene implícitas en los procesos técnicos a desarrollar, son de conocimiento y han sido apropiados por los estudiantes integrados a este propósito.

Definiciones:

- *Reparar: Hacer los cambios necesarios a una cosa que está estropeada, rota o en mal estado para que deje de estarlo. (Porto & Merino., 2010)*
- *Alinear: Colocar o disponer en línea recta una serie de elementos.*
- *Rectificar: Corregir una cosa para que sea más exacta o perfecta.*
- *Metrología: Ciencia que estudia los sistemas de pesas y medidas.*
- *Carbonización: Acción de carbonizar.*
- *Combustión: Reacción química que se produce entre el oxígeno y un material oxidable, que va acompañada de desprendimiento de energía y habitualmente se manifiesta por incandescencia o llama.*

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

- **Calibración:** La *calibración* es el proceso de comparar los valores obtenidos por un instrumento de medición con la medida correspondiente de un patrón de referencia
- **Anillada:** Acción de cambiar los anillos de los pistones del motor.
- **Tolerancias:** Máxima diferencia que se acepta que exista entre el valor nominal y el valor efectivo en las características físicas y químicas de un producto.
- **Opacidad:** La medición de la opacidad de humos de los vehículos diésel se realiza mediante el método de aceleración libre.

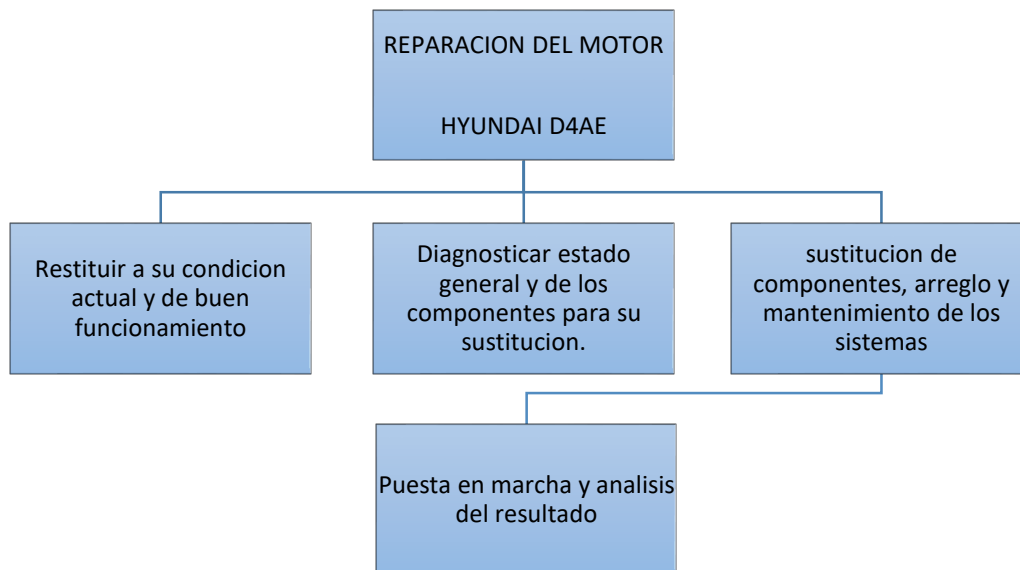



Tabla 2. Reparación del motor. (Del autor).

En la tabla 2 se plasma un mapa conceptual de este proyecto, partiendo de una acción técnica inicial y principal y de allí se derivan estados evolutivos en función la toma de decisiones en un marco de diagnóstico, sustitución y puesta en marcha.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

5.2.1 Historia Hyundai Motor Company.


Hyundai Motor Company es el mayor productor surcoreano de vehículos. Fue fundada en 1967 por Chu Ju-Yung siendo una rama del gran Grupo Hyundai.

Esta rama se dedica tanto a la producción de vehículos como a la generación de tecnologías para estos, pero no está conformada solo por una empresa automotriz, sino que la empresa Kia Motors también hace parte de ella. (Hyundai, 2020)

5.2.1.1 Motor D4AE

Este es un motor el cual está montado en camiones y buses de tamaño medio, este está equipado con un gobernador mecánico (RLD) que se encarga de regular las revoluciones máximas y mínimas del motor de acuerdo a su necesidad, cuenta con un sistema de inyección directa y un turbo cargador, es considerado un motor de muy buena eficiencia, además de que su reparación es sencilla. (Hyundai, 2015)

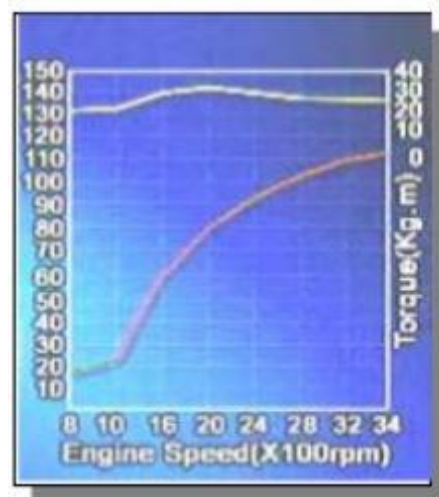
En la siguiente tabla se mostrarán las especificaciones de este motor.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

ITEM	D4AF	D4AE(D4AL)
Total Displacement	104 × 105,3.568cc	100× 105,3.298cc
Firing Order	1-3-4-2	1-3-4-2
Compression Ratio	17.5 : 1	16.5 : 1
Engine Speed Low/High	670±20/3800±50	730(750)±25/3850±50
Valve Clearance -In	0.4mm(cold)	0.4mm(cold)
Valve Clearance - Ex	0.4mm(cold)	0.4mm(cold)
Injection Pump/Governor	PE-AD/RLD-F	PE-AD/RLD-F
Injection pump Plunger O / D	10mm	9.5mm
Delivery Valve Open/pressure	20.8kg/□	11.3(25.3)kg/□
Timer Deg/rpm	5.5°/ 1250~1700	4.5°(4.0)/ 1100~1700
Injection Timing	10°	9°
Nozzle Open/pressure	220kg/□	220kg/□
Nozzle Orifice Hole	0.3mm×5	0.3mm×5


Ilustración 1. Especificaciones motor D4AE. (Hyundai, 2015).

Este motor como se comentó anterior mente es turbo cargado, cuenta con una cilindrada de 3,298cc, un poder máximo de 118/3400ps/rpm y un torque máximo de 29/2000 kg*m/rpm. (Hyundai, 2015)



D4AE engine

Ilustración 2. Grafica de Poder vs Torque (Hyundai, 2015).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009


5.3 Marco legal.

La Resolución 910 del 2008 (Artículo 8) expedida por **Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial** especifica claramente los valores en los límites máximos de opacidad permitidos en los vehículos diésel. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2018). La tabla 1 contiene los niveles permisibles de opacidad según modelo los valores, estos permiten evaluar de alguna manera el estado interno del motor, ya que al tener una compresión dentro de límites de fábrica y un sistema de inyección correctamente calibrado el resulta de las emisiones debe estar dentro del rango de esta norma. Lo anterior indicaría que el funcionamiento del motor es correcto al momento de la combustión y no se encuentran contaminantes u otros que produzcan el cambio en estos valores.

Límites máximos de opacidad permisibles para vehículos accionados con diésel (ACPM) en aceleración libre

Año modelo	Opacidad (%)
1970 y anterior	50
1971-1984	45
1985-1997	40
1998 y posterior	35

Tabla 3. Límites máximos de opacidad para vehículos accionados con diésel en aceleración libre (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2018).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009


5.4 Marco histórico

La historia de la reparación del motor básicamente la podemos tomar en cuenta desde cómo se origina la rectificación que es el proceso más específico en una reparación y que tiene una historia más precisa ya que los otros procesos en la reparación no están documentados pero si se entienden que han venido evolucionado a medida del motor actual de combustión interna como sus anillos y la importancia del cambio, limpieza de inyectores, cambio de bujías, corrección y calibración de válvulas y el proceso de rectificar el bloque del motor que inicia en 1845 cuando se empieza a usar el principio del pulido mediante abrasivos y en 1864 donde se introduce esta técnica en nuestro país.

En 1870 Norton Poole crea la primera máquina para rectificar cilindros. Donde desde ese momento se ha venido evolucionado para que este proceso sea cada vez más estricto y preciso en sus procesos para las dimensiones y siendo cada vez más enfocado en los materiales del bloque del motor y en su diseño.

A partir de todo este proceso en Colombia al inicio se tienen muy pocas rectificadoras en la capital y otras ciudades principales, pero a medida de la necesidad de las personas y la necesidad de volver aún más habitual el corregimiento de los cilindros del motor en este momento podemos encontrar cientos de rectificadoras en Bogotá.

Junto con esto, las tiendas de autopartes, laboratorios de inyección se amplía este servicio de la reparación del motor y en la mayoría de talleres automotrices brindan este servicio.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009


6. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación tiene tópicos de tipo experimental ya que constantemente se manipulará la variable del estudio, de igual manera también es prospectiva ya que somos se interviene el objeto de estudio directamente en el proyecto y se realiza la toma de datos y medidas, no menos importante es el orden longitudinal porque se tomará una medición antes y después de la intervención directamente en el motor para saber el estado en el que se encontraba y el estado final y finalmente es un estudio descriptivo ya que estima los valores que están ya en el parámetro de la muestra.

7. DISEÑO METODOLÓGICO

El orden en el cual se llevará a cabo este proyecto combina los pasos académicos de una investigación con lo concerniente con una reparación de fábrica según manual, para lo cual el orden a seguir será:

1. Presentación y aprobación de documento anteproyecto
2. Ubicación de la información técnica del fabricante.
3. Diagnóstico del estado interno del motor (toma de compresión, encendido del motor y toma de presión del sistema de lubricación, opacidad).
4. Desensamble sistemático del motor.
5. Comprobación metrológica de los componentes del motor.
6. Realización de procesos de rectificación (contratación externa).
7. Adquisidor de repuestos e insumos.
8. Reemplazar y/o ensamblar los componentes del motor.
9. Verificación metrológica previo inicio de ensamble motor.
10. Ensamble motor de acuerdo a manual del fabricante.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

11. Comprobaciones previas al encendido del motor (toma de compresión motor).
12. Puesta en marcha y verificación de presión del sistema de lubricación y opacidad.

7.1. Materiales.

Para la realización del proyecto es necesario contar con los siguientes materiales los cuales son:

- Motor Hyundai D4AE Diésel.



Ilustración 3. Motor Hyundai D4AE Diésel. (Del autor).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

- Medidor de presión de aceite.



Ilustración 4. Medidor de presión de aceite. (Del autor).

- Medidor de compresión.



Ilustración 5. Medidor de compresión. (Del autor).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

- Probador de fugas.



Ilustración 6. Probador de fugas. (Del autor).

- Juegos de copas.



Ilustración 7. Juego de copas de media y tres octavos. (Stanley, 2019).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

- Martillos.



Ilustración 8. Martillos (Horusdy, s.f.).

- Juego de llaves.




Ilustración 9. Juego de llaves mixtas. (Stanley, 2019).

- Destornilladores.



Ilustración 10. Destornilladores. (Stanley, 2019).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

- Galgas.



Ilustración 11. Galgas. (Stanley, 2019).

- Alicates y pinzas de punta.




Ilustración 12. Alicates y pinzas de punta. (Stanley, 2019).

- Varsol.



Ilustración 13. Varsol. (TodoAseo, 2020).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

- Silicona Grey.




Ilustración 14. Silicona Grey. (Anonimo, Silicona Loctite Grey, s.f.).

- Pinzas saca pines.



Ilustración 15. Pinzas saca pines. (Stanley, 2019).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

- Torquímetro.



Ilustración 16. Torquímetro. (Stanley, 2019)

- Llave filtro de aceite.



Ilustración 17. Llave para filtros de aceite. (Stanley, 2019).

- Botadores.



Ilustración 18. Botadores. (Stanley, 2019).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

- Pie de rey.

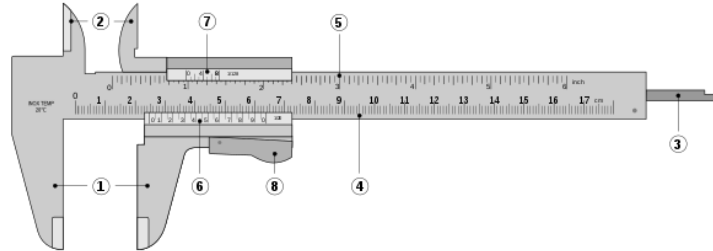


Ilustración 19. Pie de rey. (Anonimo, Calibre (Instrumento), 2020).

- Micrómetro.

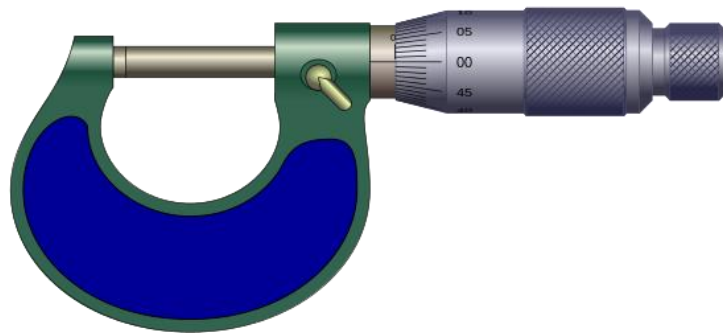



Ilustración 20. Micrometro (Anonimo, Micrómetro (instrumento), 2020).

- Reloj comparador.



Ilustración 21. Reloj comparador (Rodriguez, s.f.).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

- Comparador de cilindros.



Ilustración 22. Comparador de cilindros. (Lafuente, s.f.).

- Plastigage.




Ilustración 23. Plastigage. (GROUP, s.f.).

7.2. Paso a paso.

Como primera medida se mira el estado exterior del motor, se hace un ajuste preventivo de los inyectores y componentes de la bomba para que no se presentes perdidas de presión ni de combustible, se revisa el nivel de aceite que tiene el motor, para ver si se puede hacer la prueba de encendido sin hacer ningún daño interior. Se hace la prueba de encendido y el motor después de muchos intentos prendió un instante, al cerciorarse de que el motor enciende, se prepara para hacer todas las pruebas que nos permitirán diagnosticar el estado interno del motor.

1. Prueba de presión de aceite: Esta es una prueba que se le hace a los motores de combustión interna que ayuda a saber el estado del sistema de lubricación de este, para llevar a cabo satisfactoriamente esta prueba, el procedimiento que se

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009


debe llevar a cabo para realizar esta prueba es el siguiente: (Hyundai Motor Company, 1995-1999)

- Remover el sensor de presión de aceite que se encuentra en el bloque del motor normal mente en la zona inferior cerca al depósito de aceite.
- Instalar el medidor de presión de aceite en el lugar donde se encontraba el sensor de presión de aceite.
- Encender el motor del automóvil y calentar hasta la temperatura normal de operación.
- Acelerar el motor hasta conseguir aproximadamente los 2000 rpm, luego tomar la lectura de presión de aceite del motor.
- Después de tomar la lectura, es necesario instalar sensor de presión de aceite agregando cinta teflón para evitar cualquier fuga y ajustar a el torque que indique el manual del motor.
- Encender nuevamente el motor y verificar que no haya fuga de aceite por el interruptor de presión de aceite instalado.

Al haber llevado al cabo todos estos pasos el medidor de presión de aceite mostró los resultados mostrados en la siguiente tabla:

Numero de prueba	Presión en PSI	Presión en KPa
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	60	400
5	60	400

Tabla 4. Presión de aceite. (Del autor).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009


2. Prueba de compresión: Esta prueba permite ver el desgaste tanto del cilindro como del pistón y los anillos, además que permite conocer la eficiencia de cada uno de los cilindros del motor, el procedimiento que se debe llevar a cabo para realizar esta prueba es el siguiente: (Mitsubishi Motors Corporation, 1996)

- Alcanzar la temperatura normal de operación del motor.
- Quitar los conductos de los inyectores.
- Sacar uno de los inyectores y colocar el manómetro cuidando que tape todo el orificio donde va el inyector.
- Arrancar el motor por unos segundos acelerando a fondo, es decir hacer el procedimiento de arranque normal del motor. Considerar que el auto no arrancará.
- Anotar la presión registrada en el manómetro.
- Recolocar todas las piezas que hayan sido retiradas en su lugar respectivo.

Al realizar todo el procedimiento dicho anterior mente, las presiones que marco el manómetro serán mostradas en la siguiente tabla:

Cilindro	Presión en PSI	Presión en KPa
1	200	1378.9514
2	120	827.3708
3	180	1241.0563
4	140	965.2660

Tabla 5. Prueba de compresión. (Del autor).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

3. Prueba de fugas: Esta prueba permite saber si el motor tiene un problema interno en lugar de algo externo, ya que esta mide la pérdida de presión dentro de un cilindro, cabe aclarar que este procedimiento se realiza de manera diferente que el de compresión y con instrumentos diferentes, para realizar esta prueba se deben seguir los siguientes pasos: (Mitsubishi Motors Corporation, 1996)


- Quitar los conductos de los inyectores.
- Sacar uno de los inyectores.
- Localizar el punto muerto superior del pistón.
- Conectar el probador de fugas en el orificio del inyector.
- Leer e interpretar los resultados arrojados por el probador de fugas.
- Determinar el lugar de la fuga.

Al llevar al cabo todo el procedimiento anterior, el probador de fugas arrojó los resultados que se muestran en la siguiente tabla:

Cilindro	Porcentaje de fuga	Lugar de fuga
1	0%	No presenta fugas
2	10%	Culata
3	20%	Culata.
4	0%	No presenta fugas

Tabla 6. Prueba de fugas. (Del autor).

Dadas por terminadas estas pruebas se procede al desensamble del motor, (como se muestra en las siguientes imágenes).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Como primera medida se procede a quitar la tapa válvulas y a desmontar la bomba de la inyección con todos sus complementos como lo serían los inyectores, mangueras, etc.



Ilustración 24.Desensamble de tapa válvulas. (Del autor).



Ilustración 25.Vista superior culata. (Del autor).

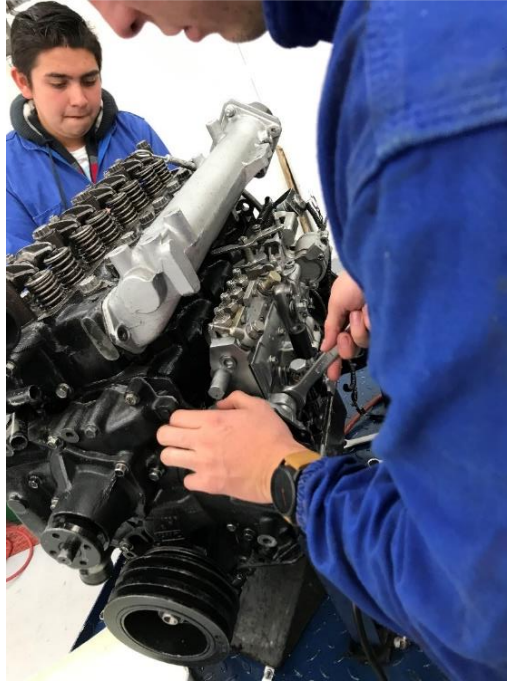



Ilustración 26.Desensamble Bomba de inyección. (Del autor).



Ilustración 27.Desensamble bomba de inyección 2. (Del autor).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Después de desmontar la bomba de inyección, se procede a quitar tanto el filtro de aceite como la bomba de aceite para poder vaciar el aceite del cárter y no generar vacío en estos componentes lo que generaría dificultad a la hora de su desensamble.




Ilustración 28. Extracción filtro de aceite. *(Del autor).*



Ilustración 29.Desensamble bomba de aceite. (Del autor).



Ilustración 30.Extracción aceite de motor. (Del autor).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Se desmontan los múltiples, tanto de admisión como de escape para dejar libre la culata y poder desmontarla fácilmente, a esta se le desmontan las válvulas y se realiza la correspondiente metrología, resultados se muestran más adelante en las tablas 7,8,9,10 y 11:



Ilustración 31.Desensamble de múltiple de escape. (Del autor).



Ilustración 32.Desensamble múltiple de admisión. (Del autor).

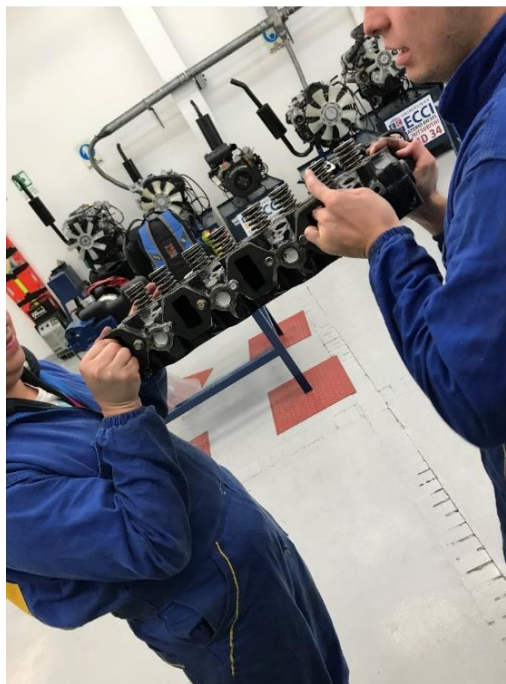


Ilustración 33.Desensamble de culata. (Del autor).



Ilustración 34. Culata Vista inferior. (Del autor).



Ilustración 35. Extracción empaque de culata. (Del autor).


	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009



Ilustración 36. Empaque de culata. (Del autor).

Holgura entre guía y vástago de válvula (mm)		
Pistón	Admisión	Escape
1	10-(0,01)	15-(0,01)
2	10-(0,01)	14-(0,01)
3	10-(0,01)	12-(0,01)
4	11-(0,01)	14-(0,01)
Tolerancia	0,04 a 0,06	0,07 a 0,1

Tabla 7. Holgura entre guía y vástago de la válvula. (Del autor).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Ángulos de asientos		
Pistón	Admisión	Escape
1	34°	33,5°
2	34°	34°
3	34,5°	34°
4	35°	35°


Tabla 8. Ángulos de los asientos de las válvulas. (Del autor).

Ancho de válvulas		
	Admisión (mm)	Escape (mm)
	4,15	4,30
Limite	3,6	3,6

Tabla 9. Ancho de válvulas. (Del autor).

Deformación base de culata (mm)		
Pistón	Lado	Nota
1	Escape	No presenta pandeo
2	Admisión	No presenta pandeo
3	Cruzado 1	Deformación -0,004
4	Cruzado 2	Deformación -0,004

Tabla 10. Deformación base de culata. (Del autor).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Resortes de Válvulas	
Pistón	Medida (mm)
1	60
2	60
3	59,99
4	59,99
5	60
6	61
7	58
8	58

Tabla 11. Medidas resortes de válvulas. (Del autor).

Continuando se destapa la repartición y se marcan puntos guías, aparte de los indicados en el manual para que su montaje sea más fácil y quede bien montado. Prosiguiendo se baja el motor de sus soportes, se quita el cárter y se bajan los pistones, se desarman por completo y se realiza la metrología de cada uno de sus componentes como lo son el bulón, la cabeza y la biela, que dio siguientes resultados:



Ilustración 37. Extracción tapa de la distribución. (Del autor).


	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009



Ilustración 38. Extracción tapa de distribución 2. (Del autor).



Ilustración 39. Piñones de distribución. (Del autor).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Sigue el desmonte de todos los elementos que se albergan en el bloque del motor, se procede a el desmonte del cárter de aceite y pistones, y se les realiza la respectiva metrología.



Ilustración 40.Desensamble pistón. (Del autor).



Ilustración 41.Medida diámetro de bulón. (Del autor).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009



Ilustración 42. Diámetro interior de la parte superior de la biela. (Del autor).



Ilustración 43. Juego entre bulón y orificio superior de la biela. (Del autor).




Ilustración 44. Diámetro cabeza de pistón. (Del autor).

Diámetro Bulón	
Pistón	Diámetro (mm)
1	34
2	34
3	34
4	34

Tabla 12. Diámetro del Bulón del pistón. (Del autor).

Largo Bulón	
Bulón	Longitud (mm)
1	84,2
2	84,2
3	84,2
4	84,2

Tabla 13. Largo del bulón del pistón. (Del autor).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Juego Biela- Bulón	
Pistón	Juego en (mm)
1	0,006
2	0,02
3	0,019
4	0,012


Tabla 14. Juego de biela con el bulón. (Del autor).

Diámetro parte baja biela con y sin casquetes				
Biela	Con casquetes (mm)		Sin casquetes (mm)	
	x	y	x	y
1	59,8	59,7	63,45	63,5
2	59,85	59,7	63,5	63,9
3	59,9	59,75	63,85	63,4
4	59,7	59,75	63,75	63,8

Tabla 15. Diámetro parte baja biela con y sin casquetes. (Del autor).

Medida cabeza de pistón (mm)			
#	Posición	x	y
1	a	99,16	99,26
	b	100,08	100,15
2	a	99,65	99,6
	b	99,9	100
3	a	99,35	99,25
	b	99,7	99,5
4	a	99,6	99,45
	b	99,9	99,55

Tabla 16. Medida cabeza del pistón. (Del autor).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Diámetro parte superior biela (mm)				
Biela	1	2	3	4
Adelante	34	34,05	34,6	34,9
Atrás	34	34,1	34	34

Tabla 17. Diámetro parte superior biela . (Del autor).

Ya después de haber tomado todas las mediciones anterior mente dichas se procede a bajar el cigüeñal y realizarle la metrología, los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Cigüeñal					
Bancada (mm)			Biela(mm)		
#	x	y	#	x	y
1	77,16	77,2	1	59,75	59,8
2	77,16	77,17	2	59,8	59,9
3	77,2	77,19	3	59,75	59,9
4	78,4	77,18	4	59,7	59,9
5	77,19	77,31			

Tabla 18. Metrología del cigüeñal. (Del autor).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Teniendo ya el bloque vacío al haber bajado toda la distribución y el árbol de levas se procede a realizar la metrología del bloque:

Para realizar la metrología del trabajo que tienen los anillos en el cilindro se toman dos ejes, el vertical y el horizontal del cilindro, los cuales determinamos mirando el bloque con la repartición a la derecha, se procedió a tomar 5 medidas en cada eje con el alexómetro las cuales van a lo largo del recorrido de la camisa para así ver como varían las medidas en las partes que trabajan los anillos como en las que no.

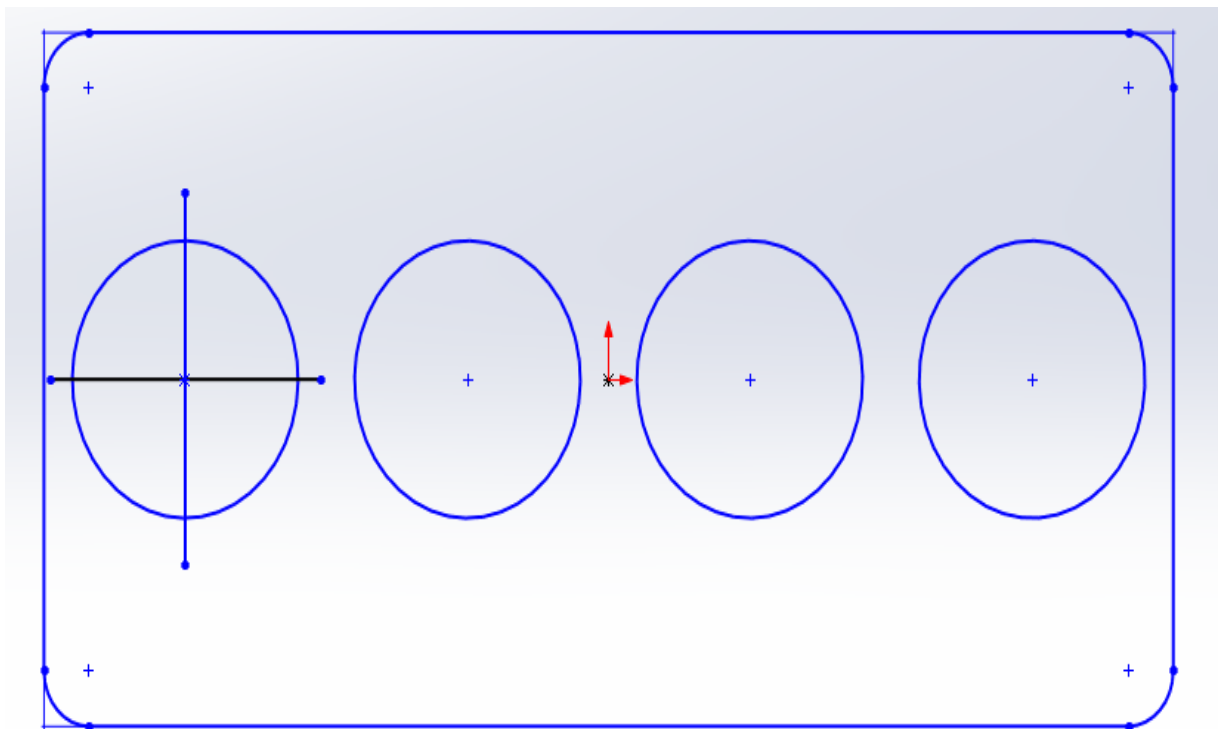




Ilustración 45. Vista superior de bloque de motor. (Del autor)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Trabajo de anillos en el cilindro (Multiplicar por 0,01 mm)		
Cilindro	B (Vertical)	H (Horizontal)
1	30	35
	31	35
	31	36
	34	36
	36	36
2	36	36
	34	30
	35	32
	37	33
	36	35
3	36	34
	34	31
	35	33
	36	38
	36	34
4	38	38
	36	32
	34	33
	40	40
	35	39

Tabla 19. Trabajo de anillos en el cilindro. (Del autor).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Ya después de haber realizado toda la metrología del motor, viendo que hay medidas que no están dentro de los rangos del manual ya que por el uso del motor tienen su respectivo desgaste, sumándole a esto que el motor no arranca. Se procede a enviar tanto el bloque, los pistones y la culata a la rectificadora, donde se procede a encamisar el bloque a medida estándar, se prueban con los pistones los anillos nuevos, que serán de la misma medida estándar, simultáneamente a la culata se le hace la metrología pertinente aparte de las que ya se le realizaron y se dictamina que solo es necesario cambiar los asientos de las válvulas ya que las medidas que se tomaron están dentro de los estándares.



Ilustración 46. Repuestos enviados a la rectificadora. (Del autor).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009



Ilustración 47. Camisas nuevas. (Del autor).



Ilustración 48. Camisas, anillos. (Del autor).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009



Ilustración 49. Bloque siendo llevado a la rectificadora. (Del autor).



Ilustración 50. Culata, cigüeñal, arbol de levas, siendo llevados a la rectificadora. (Del autor).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009



Ilustración 51. Bloque siendo encamisado. (Del autor).



Ilustración 52. Bloque siendo encamisado 2. (Del autor).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Una vez rectificado el motor se procede a el ensamblaje como se podra ver en las siguientes ilustraciones.



Ilustración 53. Bloque con pistones y cigüeñal. (Del autor).



Ilustración 54. Ensamble de cárter y culata con el bloque. (Del autor)



Ilustración 55. Puesta en bases del motor. (Del autor).



Ilustración 56. Puesta en tiempo del motor. (Del autor).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009



Ilustración 57. Motor ensamblado, sin filtro de aceite. (Del autor).



Ilustración 58. Filtro de aceite nuevo puesto. (Del autor).


	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009



Ilustración 59. Filtro de aceite nuevo y viejo. (Del autor).



Ilustración 60. Aceite de motor brindado por la universidad. (Del autor)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

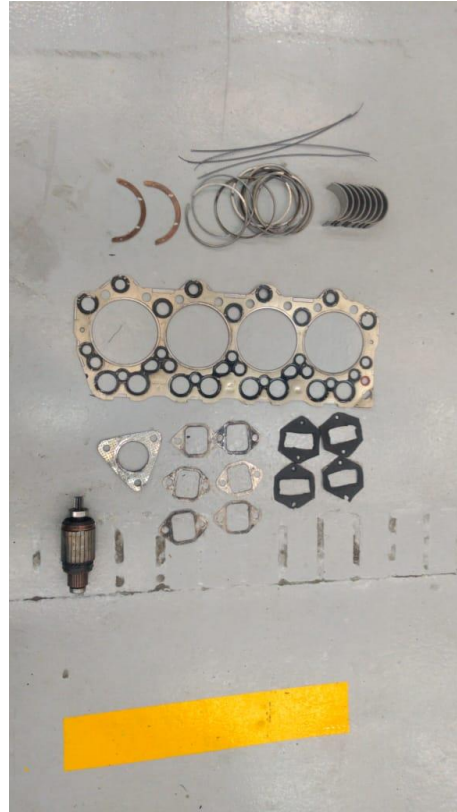


Ilustración 61. Repuestos reemplazados. (Del autor).



Ilustración 62. Vertiendo el aceite en el motor. (Del autor).


	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009




Ilustración 63. Girando del cigüeñal del motor. (Del autor).


7.3. Resultados.

Tras la reparación del motor se dictaminó que este motor no tenía unos estándares de desgaste altos ya que el uso de este es de enseñanza, por lo tanto, no se enciende más de 5 a 6 horas anuales lo que genera que el desgaste en sus piezas principales no es tan contundente, como se puede apreciar en la siguiente tabla.


COMPONENTE	MEDIDA FABRICA	MEDIDA INICIAL	MEDIDA FINAL	OBSERVACIONES
Válvula de admisión cilindro 1	Margen 1.6 mm	1.7mm	1.6mm	Se reemplaza por estar fuera de parámetros de medidas

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009


Válvula de escape cilindro 1	Margen 1.3 mm	1.5mm	1.3mm	Se reemplaza por estar fuera de parámetros de medidas
Válvula de admisión cilindro 2	Margen 1.6 mm	1.6mm	1.6mm	Se reemplaza para dar homogeneidad a todas las válvulas
Válvula de escape cilindro 2	Margen 1.3 mm	1.3mm	1.3mm	Se reemplaza para dar homogeneidad a todas las válvulas
Válvula de admisión cilindro 3	Margen 1.6 mm	1.8mm	1.6mm	Se reemplaza por estar fuera de parámetros de medidas
Válvula de escape cilindro 3	Margen 1.3 mm	1.6mm	1.3mm	Se reemplaza por estar fuera de parámetros de medidas
Válvula de admisión cilindro 4	Margen 1.6 mm	1.9mm	1.6mm	Se reemplaza por estar fuera de parámetros de medidas
Válvula de escape cilindro 4	Margen 1.3 mm	1.5mm	1.3mm	Se reemplaza por estar fuera de parámetros de medidas
Válvula de admisión cilindro 1	Tolerancia con guía 0.02 mm-0.5mm	0.8mm	0.4mm	Se reemplaza por estar fuera de parámetros de medidas
Válvula de escape cilindro 1	Tolerancia con guía 0.05mm-0.8mm	0.9mm	0.7mm	Se reemplaza por estar fuera de parámetros de medidas
Válvula de admisión cilindro 2	Tolerancia con guía 0.02 mm-0.5mm	0.7mm	0.4mm	Se reemplaza por estar fuera de parámetros de medidas

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009


Válvula de escape cilindro 2	Tolerancia con guía 0.05mm-0.8mm	0.86mm	0.7mm	Se reemplaza por estar fuera de parámetros de medidas
Válvula de admisión cilindro 3	Tolerancia con guía 0.02 mm-0.5mm	0.8mm	0.4mm	Se reemplaza por estar fuera de parámetros de medidas
Válvula de escape cilindro 3	Tolerancia con guía 0.05mm-0.8mm	0.10mm	0.7mm	Se reemplaza por estar fuera de parámetros de medidas
Válvula de admisión cilindro 4	Tolerancia con guía 0.02 mm-0.5mm	0.9mm	0.4mm	Se reemplaza por estar fuera de parámetros de medidas
Válvula de escape cilindro 4	Tolerancia con guía 0.05mm-0.8mm	0.11mm	0.7mm	Se reemplaza por estar fuera de parámetros de medidas
Resorte de válvula admisión cilindro 1	Longitud libre 39.14 mm a 38.14 mm	38.77mm	38.77mm	Dentro de parámetros de fabrica
Resorte de válvula escape cilindro 1	Longitud libre 39.14 mm a 38.14 mm	39.00mm	39.00mm	Dentro de parámetros de fabrica
Resorte de válvula admisión cilindro 2	Longitud libre 39.14 mm a 38.14 mm	38.99mm	38.99mm	Dentro de parámetros de fabrica
Resorte de válvula escape cilindro 2	Longitud libre 39.14 mm a 38.14 mm	39.11mm	39.11mm	Dentro de parámetros de fabrica
Resorte de válvula admisión cilindro 3	Longitud libre 39.14 mm a 38.14 mm	39.69mm	39.69mm	Dentro de parámetros de fabrica

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009


Resorte de válvula escape cilindro 3	Longitud libre 39.14 mm a 38.14 mm	39.05mm	39.05mm	Dentro de parámetros de fabrica
Resorte de válvula admisión cilindro 4	Longitud libre 39.14 mm a 38.14 mm	39.02mm	39.02mm	Dentro de parámetros de fabrica
Resorte de válvula escape cilindro 4	Longitud libre 39.14 mm a 38.14 mm	39.08mm	39.08mm	Dentro de parámetros de fabrica
Cabeza de cilindros	Máxima deformación de cara de asentamiento 0.03 mm	0.08mm	0.03mm	Se rectifica la superficie de asentamiento
Eje de levas	Holgura axial 0.05mm a 0.15mm	0.08mm	0.08mm	Dentro de parámetros de fabrica
Eje de levas leva de admisión cilindro 1, altura leva	34.19mm a 34.69mm	34.60mm	34.60mm	Dentro de parámetros de fabrica
Eje de levas leva de escape cilindro 1, altura leva	34.07mm a 34.57mm	34.44mm	34.44mm	Dentro de parámetros de fabrica
Eje de levas leva de admisión cilindro 2, altura leva	34.19mm a 34.69mm	34.55mm	34.55mm	Dentro de parámetros de fabrica
Eje de levas leva de escape cilindro 2, altura leva	34.07mm a 34.57mm	34.22mm	34.22mm	Dentro de parámetros de fabrica
Eje de levas leva de admisión	34.19mm a 34.69mm	34.45mm	34.45mm	Dentro de parámetros de fabrica

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

cilindro 3, altura leva				
Eje de levas leva de escape cilindro 3, altura leva	34.07mm a 34.57mm	34.21mm	34.21mm	Dentro de parámetros de fabrica
Eje de levas leva de admisión cilindro 4, altura leva	34.19mm a 34.69mm	34.33mm	34.33mm	Dentro de parámetros de fabrica
Eje de levas leva de escape cilindro 4, altura leva	34.07mm a 34.57mm	34.48mm	34.48mm	Dentro de parámetros de fabrica
Bloque de cilindros, cilindro 1	Diámetro interior 83 + 0.03mm	83.02mm	83.02mm	Dentro de parámetros de fabrica
Bloque de cilindros, cilindro 2	Diámetro interior 83 + 0.03mm	83.01mm	83.01mm	Dentro de parámetros de fabrica
Bloque de cilindros, cilindro 3	Diámetro interior 83 + 0.03mm	83.02mm	83.02mm	Dentro de parámetros de fabrica
Bloque de cilindros, cilindro 4	Diámetro interior 83 + 0.03mm	83.01mm	83.01mm	Dentro de parámetros de fabrica
Pistón cilindro 1	Tolerancia en camisa 0.07mm a 0.09mm	0.08mm	0.08mm	Dentro de parámetros de fabrica
Pistón cilindro 2	Tolerancia en camisa 0.07mm a 0.09mm	0.09mm	0.09mm	Dentro de parámetros de fabrica
Pistón cilindro 3	Tolerancia en camisa 0.07mm a 0.09mm	0.07mm	0.07mm	Dentro de parámetros de fabrica
Pistón cilindro 4	Tolerancia en camisa	0.09mm	0.09mm	Dentro de parámetros de fabrica

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009


	0.07mm a 0.09mm			
Anillos pistón 1, tolerancia entre puntas	1. 0.2mm a 0.3mm 2. 0.3mm a 0.45mm 3. 0.2mm a 0.45mm	1. 0.45mm 2. 0.66mm 3. 1.11mm	1. 0.22mm 2. 0.35mm 3. 0.40mm	Se reemplazan por estar fuera de parámetros
Anillos pistón 2, tolerancia entre puntas	1. 0.2mm a 0.3mm 2. 0.3mm a 0.45mm 3. 0.2mm a 0.45mm	1. 0.89mm 2. 1.23mm 3. 1.55mm	1. 0.25mm 2. 0.38mm 3. 0.42mm	Se reemplazan por estar fuera de parámetros
Anillos pistón 3, tolerancia entre puntas	1. 0.2mm a 0.3mm 2. 0.3mm a 0.45mm 3. 0.2mm a 0.45mm	1. 0.99mm 2. 1.47mm 3. 1.10mm	1. 0.24mm 2. 0.39mm 3. 0.29mm	Se reemplazan por estar fuera de parámetros
Anillos pistón 4, tolerancia entre puntas	1. 0.2mm a 0.3mm 2. 0.3mm a 0.45mm 3. 0.2mm a 0.45mm	1. 0.77mm 2. 1.25mm 3. 1.66mm	1. 0.22mm 2. 0.35mm 3. 0.40mm	Se reemplazan por estar fuera de parámetros
Pistón- pasador cilindro	0.007mm a 0.021mm	0.05mm	0.2mm	Se reemplazan los bujes y pasadores por estar fuera de parámetros
Pistón- pasador cilindro 2	0.007mm a 0.021mm	0.07mm	0.2mm	Se reemplazan los bujes y pasadores por estar fuera de parámetros
Pistón- pasador cilindro 3	0.007mm a 0.021mm	0.10mm	0.2mm	Se reemplazan los bujes y pasadores por estar fuera de parámetros
Pistón- pasador cilindro 4	0.007mm a 0.021mm	0.15mm	0.2mm	Se reemplazan los bujes y pasadores por estar fuera de parámetros

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Cigüeñal tolerancia muñón biela	0.024mm a 0.042mm	Biela 1 0.036mm Biela 2 0.028mm Biela 3 0.033mm Biela 4 0.38mm	Biela 1 0.036mm Biela 2 0.028mm Biela 3 0.033mm Biela 4 0.38mm	1 2 3 4	Dentro de parámetros de fabrica
Cigüeñal tolerancia muñón bancada	0.024mm a 0.042mm	Bancada 1 0.35mm Bancada 2 0.30mm Bancada 3 0.31mm Bancada 4 0.33mm Bancada 5 0.36mm	Bancada 1 0.35mm Bancada 2 0.30mm Bancada 3 0.31mm Bancada 4 0.33mm Bancada 5 0.36mm	1 2 3 4 5	Dentro de parámetros de fabrica
Holgura axial cigüeñal	0.09mm a 0.32mm	0.55mm	0.28mm		Se reemplazan las arandelas axiales

Tabla 20. Comparación medidas manual. (Del autor).

En las siguientes ilustraciones se muestran las medidas estándar del motor Hyundai D4AE.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009


GENERAL

EM -5

SPECIFICATIONS(D4EA) ECI-190200

Description	Specification 2.0(D4EA)	Limit
General		
Type	In-line, Single Overhead Camshaft	
Number of cylinders	4	
Bore	83 mm (3.27 in.)	
Stroke	92 mm (3.62 in.)	
Total displacement	1991 cc (121.5 cu.in.)	
Compression ratio	17.7:1	
Firing order	1-3-4-2	
Valve timing		
Intake valve		
Opens (BTDC)	7°	
Closes (ABDC)	43°	
Exhaust valve		
Opens (BBDC)	52°	
Closes (ATDC)	6°	
Cylinder head		
Flatness of gasket surface	Max. 0.03 mm (0.0012 in.)	0.2 mm (0.008 in.)
Dimensions for reworking oversize valve seat hole		
Intake		
0.3 mm (0.012 in.) O.S.	29.993-30.006 mm (1.18-1.1813 in.)	
0.6 mm (0.024 in.) O.S.	30.023-30.036 mm (1.182-1.1825 in.)	
Exhaust		
0.3mm (0.012 in.) O.S.	25.393-25.406 mm (0.9997-1.0002 in.)	
0.6mm (0.024 in.) O.S.	25.423-25.436 mm (1.0009-1.0014 in.)	
Dimensions for reworking oversize valve guide hole (both intake and exhaust)		
0.05mm (0.002in.) O.S.	12.805-13.205 mm (0.504-0.519 in.)	
0.25mm (0.010in.) O.S.	12.825-13.225 mm (0.5049-0.5208 in.)	
0.50mm (0.020in.) O.S.	12.85-13.25 mm (0.5059-0.5216 in.)	
Camshaft		
Cam height		
Intake	34.897 mm (1.366 in.)	34.197 mm (1.346 in.)
Exhaust	34.570 mm (1.361 in.)	34.070 mm (1.341 in.)
Journal O.D.	28 mm (1.10 in.)	
Bearing oil clearance	0.040-0.074 mm (0.0020-0.0029 in.)	
End play	0.05-0.15 mm (0.002-0.006 in.)	

Ilustración 64. Medidas 1 manual Hyundai D4AE. (Hyundai, 2000).


	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

EM -6

ENGINE MECHANICAL SYSTEM

Description	Specification 2.0(D4EA)	Limit
Valve		
Valve length		
Intake	95.7 mm (3.77 in.)	
Exhaust	95.4 mm (3.76 in.)	
Stem O.D.		
Intake	5.953 mm (0.234 in.)	
Exhaust	5.925 mm (0.233 in.)	
Face angle	44.5°	
Thickness of valve head (margin)		
Intake	1.6 mm (0.063 in.)	
Exhaust	1.3 mm(0.0512 in.)	
Valve stem to valve guide clearance		
Intake	0.022-0.049 mm (0.00086-0.00193 in.)	0.1 mm (0.0039 in.)
Exhaust	0.050-0.077 mm (0.0020-0.0030 in.)	0.15 mm (0.0059 in.)
Valve guide		
Length		
Intake	36.5 mm (1.437 in.)	
Exhaust	36.5 mm (1.437 in.)	
Service over size	0.05, 0.25, 0.50 mm (0.002, 0.010, 0.020 in.)	
Valve seat		
Width of seat contact	1.21mm (0.0477 in.)/ 1.61mm(0.0634 in.) (IN/EX)	
Seat angle	44°-44°. 5'	
Service size	0.3 mm (0.012 in.), 0.6 mm (0.024 in.) oversize	
Valve spring		
Free length	39.14 mm (1.541 in.)	38.14 mm (1.502 in.)
Load	21.4 kg/32 mm (47.2 lb/1.26 in.) at installed height	
Cylinder block		
Cylinder bore	83 + 0.03 mm (3.27 + 0.0012 in.)	
Out-of-round and taper of cylinder bore	Less than 0.01 mm (0.0004 in.)	
Flatness of gasket surface	Less than 0.05 mm (0.0020 in.)	0.1 mm (0.0039 in.)

Ilustración 65. Medidas 2 manual Hyundai D4AE. (Hyundai, 2000).


	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

GENERAL

EM -7

Description	Specification 2.0(D4EA)	Limit
Piston		
O.D.	82.919 - 82.951 mm (3.26 - 3.27 in.)	
Piston - to - cylinder clearance	0.069 - 0.091 mm (0.0027 - 0.0036 in.)	
Ring groove width		
No. 1	1.915 - 1.945 mm (0.075 - 0.076 in.)	
No. 2	2.06 - 2.08 mm (0.08 - 0.082 in.)	
Oil	3.02 - 3.04 mm (0.119 - 0.1196 in.)	
Service size	0.25 mm (0.010 in.), 0.5 mm (0.020 in.) 0.75 mm (0.030 in.), 1.00 mm (0.039 in.) oversize	
Piston ring		
Side clearance		
No. 2	0.065 - 0.11 mm (0.00256 - 0.00433 in.)	
Oil ring	0.03 - 0.07 mm (0.00118 - 0.00275 in.)	
End gap		
No. 1	0.2 - 0.3 mm (0.0079 - 0.0118 in.)	
No. 2	0.3 - 0.45 mm (0.0118 - 0.0177 in.)	
Oil ring side rail	0.2 - 0.45 mm (0.0079-0.0177 in.)	
Connecting rod		
Connecting rod pin O.D	28.022 - 28.034 mm (1.103 - 1.104 in.)	
Connecting rod bearing oil clearance	0.024 - 0.042 mm (0.0009 - 0.0016 in.)	0.1 mm (0.0039 in.)
Crankshaft main bearing oil clearance	0.024-0.042 mm (0.0009-0.0016 in.)	0.1 mm (0.0039 in.)
Crankshaft		
Journal O.D.	60.002 - 60.020 mm (2.362 - 2.363 in.)	
Out-of-round of journal and pin	Less than 0.015 mm (0.0006 in.)	
Taper of journal and pin	Less than 0.005 (0.0002 in.)	
End play	0.09 - 0.32 mm (0.0035 - 0.0126 in.)	
Flywheel		
Runout		0.13 mm (0.0051 in.)
Oil pressure (1500 rpm) [Oil temperature is 95-105°C (203-221°F)]	More than 392.3 kPa (56.88 psi)	

Ilustración 66.Medidas 3 manual Hyundai D4AE. (Hyundai, 2000).


	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

EM -8

ENGINE MECHANICAL SYSTEM

Description	Specification 2.0(D4EA)	Limit
Oil pump Tip clearance Drive gear Driven gear Side clearance	0.12 - 0.2 mm (0.00472-0.0078 in.) 0.13 -0 .23 mm (0.0051-0.009 in.) 0.02 - 0.07 mm (0.00078 - 0.0027 in.)	
Relief spring Free length Opening pressure	47.5 mm (1.835 in.) 686.5±49 kPa (99.54 ± 7.1 psi)	
Silent shaft Front journal diameter Rear journal diameter Oil clearance Front Rear	27.99 - 28.01 mm (1.102 - 1.1027 in.) 41.99 - 42.01 mm (1.6531 - 1.6539 in.) 0.050 - 0.09 mm (0.0020 - 0.0036 in.) 0.050-0.091 mm (0.0020-0.0036 in.)	
Cooling method Cooling system quantity (Radiator) Thermostat Type Normal opening temperature Opening temperature range Wide open temperature Radiator cap Main valve opening pressure Main valve closing pressure Vacuum valve opening pressure	Forced circulation with electric fan 5 lit (5.3 U.S.qts., 4.4 Imp.qts.) Wax pellet type with jiggle valve 82°C(180°F) 80°C-84°C (176°F-183°F) 95°C (203°F) 107.9±14.7 kPa (1.1±0.15 kg/cm ² , 15.64±2.13 psi) 83.4 kPa (0.85 kg/ cm ² , 12.1 psi) -6.86 kPa (-0.07 kg/ cm ² , -1.00 psi)	
Air cleaner Type Element Exhaust pipe Muffler Suspension system	Dry type Unwoven cloth type Expansion resonance type Rubber hangers	
Coolant temperature sensor Type Resistance 20°C (68°F) 80°C (176°F)	Thermister type 2.45±0.14 kΩ 0.3222 kΩ	

Ilustración 67. Medidas 3 manual Hyundai D4AE. (Hyundai, 2000).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8. FUENTES PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN


8.1. Fuentes primarias

Las fuentes primarias de las cuales se obtendrá la información directa para el desarrollo de este proyecto, son la rectificadora, el proveedor de repuestos e insumos y los docentes de mecánica de la universidad ECCI los cuales tienen en su haber conocimientos necesarios para poder llevar a cabo el proyecto en mencionen igual condición la universidad, donde por medio de teoría y práctica se aprenden las bases para poder desarrollar y llevar a buen término el proyecto deseado.

8.2. Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias para la obtención de la información son los diferentes medios tecnológicos como el internet, que nos ayudan a despejar las dudas que se puedan presentar investigando sobre los temas propuestos. Del mismo modo los libros de donde podemos tomar la teoría básica para ampliar nuestros conocimientos. Otra fuente secundaria que utilizaremos serán personas cercanas a nosotros que trabajen en el sector de la mecánica de los cuales podemos tomar experiencias y formas de trabajo para el proyecto que estamos presentando que es la reparación del motor.

A parte de estos métodos de información contamos con una fuente de información muy completa como lo es la base de datos de la biblioteca ECCI tanto física con todos los textos que están a disposición de nosotros como lo son de mecánica general, de motores a combustión interna, de reparación de ellos y hasta específicamente de motores diésel. Y también con la base de datos como Virtualpro,

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009


e-libro, EBSCO eBooks, que tienen a nuestra disposición online que cuenta con diferentes páginas de búsqueda para artículos científicos, videos, foros, textos todos estos en diferentes idiomas y completos para poder adquirir toda la información necesaria en nuestro proceso.

9. RECURSOS

- Recursos humanos y financiero

No.	Nombres y Apellidos	Formación Básica	Función básica dentro del proyecto	Dedicación h/semana	Duración (meses)	Costo (\$)
1	Juan José Rueda	Estudiante TLMA	Intervención del motor	16 a 20 horas	80 horas/mes	
2	Juan David Forero	Estudiante TLMA	Intervención del motor	16 a 20 horas	80 horas/mes	
3	Cristián Sebastián Morales	Estudiante TLMA	Intervención del motor	16 a 20 horas	80 horas/mes	


Tabla 21. Recursos humanos y financieros. (Del autor).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

- Recursos físicos

Descripción del equipo	Propósito fundamental del equipo en el proyecto	Actividad en las cuales se utiliza primordialmente	Costo en miles de pesos		Total
			Compra	Propio	
Insumos	Limpieza, ensamble	Reparación	x		100.000
Aceite motor y filtro	Lubricación	Puesta en marcha	x		60.000
Servicio de rectificadora	Re manufactura	reparación	x		800.000
Computador	Documentar	Construcción documento		x	
Papelería	memorias	Construcción documento	x		50.000
celular	Registro fotográfico	Construcción documento		x	
Empaquetadura	Asegurar sellamiento	Ensamble	x		350.000
Anillos	Compresión	Ensamble	x		250.000
Pistones	Compresión	Ensamble	x		700.000
Casquetes	Asegurar presión de lubricante	Reparación	x		150.000
Camisas	Compresión	Reparación	x		180.000
			TOTAL		2.640.000

Tabla 22. Recursos físicos. (Del autor).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

10. CRONOGRAMA

ACTIVIDADES	SEMANA											
	28 de abril - 11 de mayo	03 de junio - 07 de junio	10 de junio - 14 de junio	24 de junio - 28 de junio	1 de julio - 5 de julio	8 de julio - 12 de julio	15 de julio - 19 de julio	29 de julio - 2 de agosto	5 de agosto - 9 de agosto	12 de agosto - 16 de agosto	19 de agosto - 23 de agosto	26 de agosto - 30 de agosto
Realización trabajo anteproyecto												
Diagnóstico y desensamble del motor												
Adecuación, repuestos, servicios												
Ensamble y puesta en marcha												
Desarrollo monografía de grado												

Tabla 23. Cronograma. (Del autor).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

11. BIBLIOGRAFIA

Anonimo. (17 de Julio de 2020). *Calibre (Instrumento)*. Obtenido de Wikipedia:

[https://es.wikipedia.org/wiki/Calibre_\(instrumento\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Calibre_(instrumento))

Anonimo. (9 de Mayo de 2020). *Micrómetro (instrumento)*. Obtenido de Wikipedia:

[https://es.wikipedia.org/wiki/Micr%C3%B3metro_\(instrumento\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Micr%C3%B3metro_(instrumento))

Anonimo. (s.f.). *Silicona Loctite Grey*. Obtenido de Mercadolibre:

https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-481343328-silicona-loctite-gris-x-70-ml-caja-x-12-unidades-_JM

García Orozco, G. M. (s.f.). *Prueba de ruta*. Obtenido de Sensor de presión del aceite:

<https://www.pruebaderuta.com/sensor-presion-aceite.php>

GROUP, I. P. (s.f.). *Plastigage*. Obtenido de Amazon: [https://www.amazon.com/-](https://www.amazon.com/-/es/Plastigauge-plastigage-principal-rodamientos-Clearance/dp/B07CNMZQV1)

[/es/Plastigauge-plastigage-principal-rodamientos-Clearance/dp/B07CNMZQV1](https://www.amazon.com/-/es/Plastigauge-plastigage-principal-rodamientos-Clearance/dp/B07CNMZQV1)

Horusdy. (s.f.). *HORUSDY*. Obtenido de Amazon: [https://www.amazon.com/-](https://www.amazon.com/-/es/HORUSDY-martillos-martillo-cruzado-libras/dp/B07RKLZR7M)

[/es/HORUSDY-martillos-martillo-cruzado-libras/dp/B07RKLZR7M](https://www.amazon.com/-/es/HORUSDY-martillos-martillo-cruzado-libras/dp/B07RKLZR7M)


Hyundai. (18 de Noviembre de 2000). *DIESEL ENGINE D4AE Shop Manual*. Obtenido de

ONLYMANUALS:

https://www.onlymanuals.com/hyundai/other_model/hyundai_diesel_engine_d4ea_workshop_manual_pdf

Hyundai. (10 de Febrero de 2015). *Hyundai D4A engine manual*. Obtenido de SlideShare:

<https://es.slideshare.net/chameo/hyundai-d4a-engine-manual>

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Hyundai. (21 de Julio de 2020). *Nuestra Historia*. Obtenido de Hyundai:

<https://www.hyundai.com/es/mas-hyundai/marca-comunicacion/nuestra-historia.html>

Hyundai Motor Company. (1995-1999). *Manual de taller Hyundai Accent*. Corea del sur.

Lafuente, J. (s.f.). *Micrómetro Y Alexómetro*. Obtenido de Emacompetición:

<https://emacompeticion.com/blog/micrometro-y-alexometro/>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (5 de Junio de 2018).

Resolucion 910. Colombia.

Mitsubishi Motors Corporation. (1996). *Galant Manual de taller*. Tokio.

Porto, J. P., & Merino., M. (2010). *Definicion de*. Obtenido de Definicion de reparación:

<https://definicion.de/reparacion/>

Rodriguez, J. L. (s.f.). *Como funciona un reloj comparador*. Obtenido de Como funciona:

<https://como-funciona.co/un-reloj-comparador/>

Stanley. (2019). *Stanley*. Obtenido de Stanley Tools: <https://co.stanleytools.global/es>

TodoAseo. (21 de Julio de 2020). *Varsol*. Obtenido de TodoAseo:

<https://www.todoaseo.com/catalogo-de-productos-de-aseo-tda/varsol/>