



INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**Proyecto previo a la Obtención del Título de Ingeniero en
Mecánica Automotriz**

Autor: Cujilema León Richard Joel

Tutor: Ing. Erasmo García Ochoa, MSc.

**Estudio del Comportamiento de la Opacidad de un Vehículo Diésel en
Diferente Estados de Temperatura del Motor Aplicando el Ciclo de
Conducción MNEDC (Modified New European Driving Cycle)**

Certificado de Autoría

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

Richard Joel Cujilema León

C.I: 0957247901

Aprobación del Tutor

Yo, Erasmo Israel García Ochoa certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

Ing. Erasmo Israel García Ochoa, MsC.

C.I 0917118697

Director de Proyecto

Dedicatoria

El presente proyecto lo dedico en primer lugar a Dios por darme vida, salud, fortaleza y la oportunidad día a día se lograr mis objetivos.

A mis padres por el apoyo y amor incondicional que nunca me faltó de su parte a lo largo de mi carrera, por inculcarme desde niño responsabilidad, honestidad y compromiso, pilares fundamentales que han contribuido al logro de esta importante meta en mi vida.

A la maravillosa familia que Dios me dio, que ha sido una inspiración que me mueve cada día a trabajar por lograr mis metas.

Richard Joel

Agradecimiento

Agradezco a Dios por regalarme cada día la bendición de vivir, tener salud, y tener a mis seres queridos a mi lado.

Agradezco a mis padres por estar siempre a mi lado física y emocionalmente y brindarme su apoyo permanente en cada paso dado. A mis hermanos por estar siempre dispuestos a otorgarme su ayuda en cualquier momento.

Richard Joel

Índice General

Certificado de Autoría.....	iii
Aprobación del Tutor.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice General.....	vii
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tablas.....	xiii
Índice de Anexos.....	xiv
Resumen.....	xv
Abstract.....	xvi
Capítulo I.....	1
Antecedentes.....	1
1.1 Tema de Investigación.....	1
1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema.....	1
1.2.1 Planteamiento del Problema.....	1
1.2.2 Formulación del Problema.....	2
1.2.3 Sistematización del Problema.....	2
1.3 Objetivos de la Investigación.....	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	2
1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación.....	3
1.4.1 Justificación Teórica.....	3

1.4.2	Justificación Metodológica.....	3
1.4.3	Justificación Práctica	3
1.4.4	Delimitación Temporal.....	3
1.4.5	Delimitación Geográfica.....	4
1.4.6	Delimitación de Contenido	4
1.5	Hipótesis	5
1.6	Variables de Hipótesis	5
1.6.1	Variables Independientes.....	5
1.6.2	Variables Dependientes	5
	Capítulo II.....	6
	Marco Referencial.....	6
2.1	Marco teórico.....	6
2.1.1	<i>Opacómetro</i>	7
2.1.2	<i>Densidad del Gas de Escape (K)</i>	7
2.1.3	<i>Opacómetro OPA-3003LT-BT</i>	9
2.1.4	<i>Conexión con Equipo OPA-300-LT-BT</i>	10
2.1.5	Características Técnicas del Opacómetro Inalámbrico OPA-3003LT-BT	11
2.1.6	<i>Vehículo a Utilizar</i>	13
2.2	Marco Conceptual.....	14
2.2.1	Sistema de Refrigeración	14
2.2.2	Radiador.....	15
2.2.3	Ventilador	16
2.2.4	Termostato	16

2.2.5	Bomba de Refrigerante	18
2.2.6	<i>Ciclos de Manejo</i>	19
2.2.7	<i>NEDC – Nuevo Ciclo de Conducción Europeo</i>	19
2.2.8	<i>MNEDC– Nuevo Ciclo de Conducción Europeo Modificado</i>	20
2.2.9	<i>Línea de Base MNEDC</i>	20
2.2.10	<i>MNEDC con Inercia Inactiva</i>	20
2.2.11	<i>Protocolo de Prueba</i>	22
Capítulo III.....		24
Ejecución de Proyecto.....		24
3.1	Diseño de la Estructura para el Opacímetro	24
3.2	Elaboración de Diseño en Autodesk Inventor	24
3.3	Diseño de estructura metálica.....	25
3.4	Instalación del Equipo a Bordo en el Vehículo	27
3.5	Software del Equipo Opacímetro.....	28
3.6	Condiciones Previas a la Medición.....	29
3.7	Parámetros Básicos de Medición de los Opacímetros.....	30
3.8	Rutas Propuestas.....	31
3.9	Ciclo de Conducción Urbano.....	31
3.10	Ciclo de Conducción Extraurbano.....	32
Capítulo IV.....		34
Análisis de Resultado.....		34
4.1	Presentación de Tablas y Gráficas.....	34
4.2	Tomas de Datos - Prueba Activa	38

Conclusiones	49
Recomendaciones	50
Bibliografía	51
Anexo	56

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Localización Geográfica del Taller UIDE sede Guayaquil.</i>	4
Figura 2 <i>Funcionamiento del Equipo Opacómetro</i>	8
Figura 3 <i>Opacómetro Inalámbrico OPA-300-LT-BT</i>	9
Figura 4 <i>Comunicación Bluetooth entre Equipo y Laptop</i>	10
Figura 5 <i>Valores de Opacidad Normativas Euro</i>	12
Figura 6 <i>Vehículo a Utilizar Hyundai H1 2013</i>	13
Figura 7 <i>Sistema de Refrigeración del Hyundai H1</i>	14
Figura 8 <i>Radiador del Hyundai H1</i>	15
Figura 9 <i>Electroventilador del Hyundai H1</i>	16
Figura 10 <i>Termostato del Hyundai H1</i>	17
Figura 11 <i>Ubicación del Termostato</i>	17
Figura 12 <i>Bomba de Refrigerante del Hyundai H1</i>	18
Figura 13 <i>Gráfica de Ciclo de Conducción de MNEDC</i>	21
Figura 14 <i>Fabricación de Estructura Metálica</i>	25
Figura 15 <i>Inspección del Sitio de Sujeción del Equipo en el Vehículo</i>	27
Figura 16 <i>Instalación Final de la Estructura Metálica</i>	28
Figura 17 <i>Software Omni bus 800 Pantalla de Inicio del Software</i>	29
Figura 18 <i>Google Maps del Sector Donde se Realizó el Ciclo de Conducción Urbano</i>	31
Figura 19 <i>Google Maps del Sector Donde se Realizó el Ciclo de Conducción Extraurbano</i>	32
Figura 20 <i>Funciones del Equipo Mediante el Software</i>	34
Figura 21 <i>Introducción de Información en el Software</i>	35
Figura 22 <i>Colocación de Sonda en el Tubo de Escape</i>	35

Figura 23 <i>Establecer Límites Oficiales por la Normativa INEN Vigente en el País</i>	36
Figura 24 <i>Introducirla Temperatura Máxima al Cual se Realizará la Prueba</i>	36
Figura 25 <i>Toma de la Primera Muestra en Ruta Sin Termostato</i>	37
Figura 26 <i>Toma de la Muestra en Ruta</i>	37
Figura 27 <i>Toma de la Muestra en Ruta</i>	38
Figura 28 <i>Gráfica Secuencial de la Prueba de Ruta Sin Termostato</i>	44
Figura 29 <i>Gráfica Secuencial de la Prueba de Ruta con Termostato</i>	45
Figura 30 <i>Gráfica Secuencial la Variable Temperatura sin Termostato</i>	45
Figura 31 <i>Gráfica Secuencial la Variable Temperatura con Termostato</i>	46
Figura 32 <i>Gráfica Secuencial Variable Opacidad sin Termostato</i>	46
Figura 33 <i>Gráfica Secuencia Variable Opacidad con Termostato</i>	47

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Características Técnicas del Opacímetro</i>	11
Tabla 2 <i>Parámetros Ciclo NEDC</i>	23
Tabla 3 <i>Materiales Utilizados en la Construcción de la Estructura</i>	26
Tabla 4 <i>Datos de la Ruta Urbana</i>	32
Tabla 5 <i>Datos de la Ruta Extraurbana</i>	33
Tabla 6 <i>Tabla de Resultado de Ruta sin Termostato Disminución de la Opacidad</i>	41
Tabla 7 <i>Toma de Datos Prueba Activa Opacidad con Termostato</i>	42
Tabla 8 <i>Comparación de Porcentaje Total de Opacidad con y sin Termostato</i>	43
Tabla 9 <i>Promedio de Opacidad Mínimo y Máximo</i>	43
Tabla 10 <i>Parámetros Obtenidos de la Ruta de Conducción Activa</i>	48

Índice de Anexos

Anexo a <i>Diseño de Estructura – AutoCAD 1</i>	56
Anexo b <i>Diseño de la Estructura – AutoCAD 2</i>	57
Anexo c <i>Diseño de la Estructura – AutoCAD 3</i>	58
Anexo d <i>Diseño de la Estructura – Autodesk Inventor</i>	59
Anexo e <i>Tabla de Resultado Sin Termostato un Mayor Valor de Opacidad</i>	60
Anexo f <i>Tabla de Resultado de Ruta con Termostato Disminución de la Opacidad</i>	60

Resumen

El presente proyecto titulado “Estudio del Comportamiento de la Opacidad de un Vehículo Diésel en Diferente Estados de Temperatura del Motor Aplicando el Ciclo de Conducción MNEDC” tiene como objetivo principal realizar un análisis exhaustivo de la opacidad de un vehículo con motor Diésel, empleando el vehículo Hyundai H-1 como caso de estudio. La opacidad de los gases de escape de un vehículo es una medida crítica para evaluar la eficiencia de la combustión y el impacto ambiental del mismo. Para llevar a cabo este análisis, se ha utilizado un opacímetro, un instrumento especializado que permite medir la opacidad de los gases de escape. En este estudio, se ha adoptado un enfoque cuantitativo, basándose en datos y gráficos obtenidos a través de un escáner automotriz. Este enfoque permite una evaluación precisa y objetiva de la opacidad en diferentes condiciones de temperatura del motor. Se ha empleado la estructura del equipo Opacímetro inalámbrico OPA-300-LT-BT en el vehículo Hyundai H-1, permitiendo la obtención de datos en tiempo real y con alta precisión. El uso del ciclo de conducción MNEDC (Modified New European Driving Cycle) es fundamental en este estudio, ya que simula condiciones reales de conducción y permite evaluar cómo varía la opacidad de los gases de escape en diferentes estados de operación del motor, incluyendo arranque en frío, aceleración, y velocidad constante. Los resultados obtenidos de este análisis proporcionarán información valiosa sobre el comportamiento de la opacidad en vehículos a diésel y podrán ser utilizados para optimizar estrategias de mantenimiento y reducir las emisiones contaminantes.

Palabras Clave: Opacidad, Diesel, Gases, Escape, Termostato, Opacímetro, Emisiones, Temperatura.

Abstract

The present project entitled "Study of the Behavior of the Opacity of a Diesel Vehicle in Different States of Engine Temperature Applying the MNEDC Driving Cycle" has as its main objective to perform a thorough analysis of the opacity of a vehicle with a diesel engine, using the Hyundai H-1 vehicle as a case study. The opacity of a vehicle's exhaust gases is a critical measure for assessing combustion efficiency and environmental impact. To carry out this analysis, an opacimeter has been used, a specialized instrument for measuring the opacity of exhaust gases. In this study, a quantitative approach has been adopted, based on data and graphs obtained through an automotive scanner. This approach allows a precise and objective assessment of opacity under different engine temperature conditions. The structure of the OPA-300-LT-BT wireless opacimeter has been used in the Hyundai H-1 vehicle, allowing the collection of data in real time and with high precision. The use of the MNEDC (Modified New European Driving Cycle) driving cycle is fundamental in this study, as it simulates real driving conditions and allows to evaluate how the opacity of exhaust gases varies in different engine operating states, including cold start, acceleration, and constant speed. The results obtained from this analysis will provide valuable information on the behaviour of opacity in diesel vehicles and may be used for

Keywords: Opacity, Diesel, Thermostat, Opacimeter, Emissions, Field route, Temperature, Efficiency

Capítulo I

Antecedentes

1.1 Tema de Investigación

Estudio del Comportamiento de la Opacidad de un Vehículo Diésel en Diferente Estados de Temperatura del Motor Aplicando el Ciclo de Conducción MNEDC (Modified New European Driving Cycle)”

1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema

El presente estudio de investigación se basa en el comportamiento de opacidad de un vehículo Diésel en diferentes estados de temperatura del motor aplicando el ciclo de conducción MNEDC, tiene un enfoque en la realización de dos pruebas de rutas urbanas, con la finalidad de analizar las diferencias de emisiones de opacidad como afecta en el rendimiento y la eficiencia que impacta en el vehículo.

1.2.1 Planteamiento del Problema

En la actualidad, las normativas europeas han tenido un crecimiento exponencial significativo, se ha visto necesario de seguir las tendencias tecnológicas de los vehículos, en el cuidado medioambiental las regulaciones son más exigentes. Por consiguiente, este proyecto pretende analizar el nivel de opacidad de un vehículo diésel ocasionado por los cambios de temperatura provocados por la remoción del termostato del motor. A través del equipo opacímetro OPA-3000-LT-BT se aspira conseguir los resultados de los valores de opacidad del motor, como es el comportamiento por los diferentes estados de temperatura. Desde una perspectiva general el equipo opacímetro OPA-3000-LT-BT, está formado por una cámara de medición que contiene en su interior un emisor y un receptor de luz, proporcionando medir la opacidad de la emisión de gases de escape en vehículos diésel.

1.2.2 Formulación del Problema

¿Realmente es necesario el estudio del Comportamiento de la Opacidad de un Vehículo Diésel en Diferente Estados de Temperatura del Motor Aplicando el Ciclo de Conducción MNEDC (Modified New European Driving Cycle)?

1.2.3 Sistematización del Problema

- ¿Cuál es la descripción de los ciclos urbanos y extra - urbano de conducción, en la normativa europea MNEDC (Modified New European Driving Cycle)?
- ¿Qué ruta debe plantearse para la realización del ensayo bajo los parámetros establecidos?
- ¿Qué componentes se necesitan para realizar una prueba de ruta activa con un opacímetro abordo en un vehículo Diésel?
- ¿Cómo afectaría la remoción del termostato en los niveles de opacidad en los gases de escape con el medio ambiente?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

- Estudiar los niveles de opacidad de un motor Diésel en diferentes estados de temperatura del motor aplicando el ciclo de conducción MNEDC. (Modified New European Driving Cycle).

1.3.2 Objetivos Específicos

- Emplear la estructura del equipo Opacímetro inalámbrico OPA-300-LT-BT, al vehículo Diésel.
- Modificar el sistema de refrigeración del motor Diésel, mediante la remoción del termóstato.
- Analizar los datos de opacidad de las diferentes pruebas del ciclo de conducción MNEDC.

1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación

Se debe justificar la implementación de la estructura que contendrá el equipo opacímetro inalámbrico OPA-3000-LT-BT en el vehículo diésel para medir la opacidad en los diferentes ciclos de conducción MNEDC (Modified New European Driving Cycle) seleccionados por el autor.

1.4.1 Justificación Teórica

Para sustentar esta investigación se realizará trabajos investigativos, también se hará uso de información técnica de libros, manuales y revistas de alto impacto para adquirir conocimientos y experiencia en el uso del opacímetro, basándose en las normativas europeas MNEDC.

1.4.2 Justificación Metodológica

Para el presente proyecto se contará con el apoyo de los equipos tales como el: opacímetro, escáner y una fuente de alimentación de 12 a 110 V, de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Universidad del Ecuador sede Guayaquil, con los cuales se obtendrá datos técnicos

Se utilizará la metodología cuantitativa debido a que se basara los gráficos y datos que indican el scanner automotriz, así como los valores obtenidos por medio del opacímetro para diagnosticar los niveles de opacidad, en los diferentes tipos de pruebas de conducción en base a las normativas previamente expuestas.

1.4.3 Justificación Práctica

El presente estudio tiene como objetivo entender los niveles de opacidad a través del ciclo de conducción MNEDC, y como afecta el comportamiento de opacidad que emite el vehículo diésel a través de la remoción del termostato.

1.4.4 Delimitación Temporal

El proyecto se realiza desde noviembre del 2022 hasta julio del 2023, lapso que se desarrolla el proyecto

1.4.5 Delimitación Geográfica

La realización del trabajo es en los talleres de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador sede Guayaquil.

Figura 1

Localización Geográfica del Taller UIDE sede Guayaquil



Tomado de: (Google Maps).

1.4.6 Delimitación de Contenido

El primer capítulo está orientado a establecer los conceptos necesarios para el entendimiento del Opacímetro, características del Opacímetro, vehículo, el ciclo de conducción los cuales están basadas en las normativas europeas MNEDC

El segundo bloque tiene como objetivo la implementación de la estructura que contendrá el equipo opacímetro inalámbrico OPA-3000-LT-BT en el vehículo diésel, se planteará las rutas de conducción, el cual permitirá su análisis medir la opacidad de las emisiones de gases de escape del vehículo seleccionado.

En el tercer bloque está destinado a detallar los datos obtenidos a través de tablas y gráficos mediante los equipos de medición facilitados por la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador sede Guayaquil.

1.5 Hipótesis

La aplicación de la utilización del equipo opacímetro inalámbrico OPA–30-LT-BT en el vehículo, permitirá la obtención de resultados reales en tiempo reales por ende poder hacer un análisis técnico.

1.6 Variables de Hipótesis

1.6.1 Variables Independientes

- Vehículo Diésel
- Equipos Escáner, Osciloscopio y Opacímetro

1.6.2 Variables Dependientes

- Modificación del Sistema de Refrigeración
- Ruta de Conducción
- Comportamiento de la Opacidad
- Normativas Europeas MNEDC

Capítulo II

Marco Referencial

2.1 Marco Teórico

La opacidad, suele tener utilidad en aplicaciones medioambientales, puesto que, entre otras cosas, la opacidad se relaciona con la emisión de gases a la atmósfera, principalmente generados a raíz de la combustión de los motores diésel de los vehículos.

Es por este motivo que el control de los gases que emiten los automóviles con motor diésel se realiza con un opacímetro en los centros de Inspección Técnica de Vehículos (ITVs).

La opacidad (N) se define en función de la transmitancia, y está relacionada con la cantidad de luz que llega al detector. Esta propiedad óptica se evalúa de forma espectral, es decir, la medida de la opacidad se realiza en función de la longitud de onda.

Formula 1

Formula de opacidad

$$N (\%) = 100 - t (\%)$$

El coeficiente de absorción (K) viene definido por la Ley de Lambert-Beer, que relaciona la opacidad (N) y la longitud óptica efectiva (L). Esta última es una característica propia del opacímetro que depende de las dimensiones de cada equipo. (Laboratorios Eyco, 2020)

Formula 2

Formula del Coeficiente de Absorción

$$k = \frac{-1.1n(1-N)}{L.100} \pi r^2$$

- k = Coeficiente de absorción de luz
- N = Opacidad

- t = Temperatura
- L = Longitud efectiva del paso de la luz a través de la muestra de gas

2.1.1 Opacómetro

El opacómetro es un equipo automatizado que tiene como función, la medición de la opacidad de manera fácil el gas que emite los vehículos Diésel. El equipo está compuesto por una cámara de medición que contiene en su interior, un emisor y un receptor de luz.

Se denomina un equipo automatizado empleado para hacer mediciones en los gases de escape de los motores Diésel. Son equipos de paso total que miden la opacidad. (La opacidad de una sustancia es el estado o cualidad de ésta que la hace impenetrable a los rayos de luz; respecto al gas de escape se puede decir que se relaciona con su densidad). (Ramírez, 2021)

El opacómetro se destaca como un componente crucial en el análisis de las emisiones de vehículos diésel al medir la opacidad de los gases de escape de manera precisa y eficiente. Este equipo automatizado emplea una cámara de medición que integra tanto un emisor como un receptor de luz, facilitando la captación y evaluación de la densidad de los gases emitidos. Su diseño de paso total asegura mediciones exhaustivas de la opacidad, proporcionando datos fundamentales para la evaluación y cumplimiento de normativas ambientales.

2.1.2 Densidad del Gas de Escape (K)

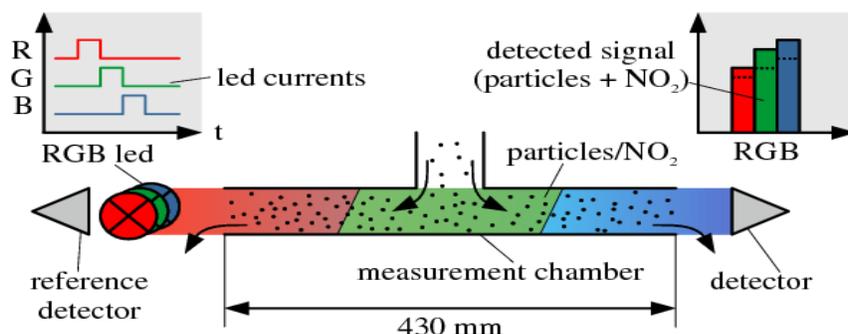
Conocida también como “Coeficiente de extinción de luz” o “Coeficiente de absorción de luz”. Medio fundamental para cuantificar la capacidad de una corriente gases de escape de una muestra para oscurecer la luz. Por convención, la densidad de los gases de escape se expresa en metros elevado a menos uno (m^{-1}). La densidad es una función del número de partículas por unidad

de volumen de gas, la distribución por tamaño de las partículas en los gases de escape, y las propiedades de absorción y dispersión de las partículas. (Vera, 2018)

De forma que, al recircular por el interior de esta cámara de medición, la opacidad de los gases de escape, se genera una absorción del haz de luz emitido hacia el receptor, en función de la mayor o menor cantidad. Esta reducción de luminosidad facilita la medición porcentual de la opacidad de los gases de escape y como resultado de la prueba a través del cálculo logarítmico correspondiente, se obtiene el valor legislado actualmente del coeficiente de absorción luminosa, denominado como K y cuyas unidades son m^{-1} . (Reynasa, 2020)

Figura 2

Funcionamiento del Equipo Opacómetro



Tomado de: <https://www.semanticscholar.org/paper/A-multi-wavelength-opacimeter-for-NOXand-soot-Axmann-Bergmann/09fabcd8897d75fbd6445c053c1541250d481fea>

Los opacímetros actuales permiten la sistematización de medidas, en cuanto a los ciclos de limpieza a realizar, el número de medidas a realizar y el tiempo de cada operación.

La reducción del contenido de azufre en el combustible contribuye con la vida útil del motor, ya que cuando el diésel fósil con un mayor contenido de azufre se consume en la cámara de combustión, se forman óxidos de azufre que reaccionan con el vapor de agua para formar el

ácido sulfúrico. Al igual que el sulfuro de hidrógeno, si estos vapores de ácidos se condensan, atacan químicamente las superficies de metal de las guías de válvula, de las camisas de los cilindros y pueden afectar los cojinetes. (Mafla et al., 2018)

2.1.3 Opacímetro OPA-3003LT-BT

El opacímetro OPA-300LT-BT es un equipo resistente y preciso que cumple con todas las normas de calidad. mide el nivel de opacidad de los gases de escape expulsado por los motores diésel. El aparato permite realizar mediciones estabilizadas y en aceleración. Durante un ensayo de aceleración, el dispositivo registra las revoluciones del motor, los valores punta del nivel de gases de escape y el tiempo de aceleración. (Auto Avance, 2023)

Incluye un software para PC que incorpora Gráficas de opacidad, así como una prueba de valor pico de opacidad, adicionalmente el software cuenta con las pruebas oficiales para centros de revisión según normativa ecuatoriana. (Globaltech, 2021)

Figura 3

Opacímetro Inalámbrico OPA-300-LT-BT



Tomado de: <https://globaltech-car.com/producto/opacimetro-brain-bee-opa-300-lt-bt/>

2.1.4 Conexión con Equipo OPA-300-LT-BT

La conexión entre el OPA-100 – LT - BT y la computadora tiene dos opciones, la una vía cable USB (provisto con el equipo) y la otra por medio de un kit bluetooth (opcional) con un alcance efectivo de 100 metros, esta última es muy útil en centros de revisión vehicular y para unidades móviles de revisión oficial.

Aun cuando el equipo posee un kit bluetooth, para la presente prueba se optó por la conexión física que ofrece una mayor fiabilidad a la hora de recabar los datos.

Figura 4

Comunicación Bluetooth entre Equipo y Laptop



Tomado de: <https://globaltech-car.com/producto/opacimetro-brain-bee-opa-300-lt-bt/>

Las características del equipo:

- Visualización en tiempo real de los valores de índice de opacidad N (%) y en coeficiencia de absorción luminosa k (m^{-1}).

- Visualización en pantalla de la curva de opacidad, presentación de los resultados en colores para diferenciar los valores altos y bajos de las pruebas, según la normativa. (Pastrana, 2023)
- Visualización de las revoluciones y de la temperatura en tiempo real.

2.1.5 Características Técnicas del Opacómetro Inalámbrico OPA-3003LT-BT

Tabla 1

Características Técnicas del Opacómetro

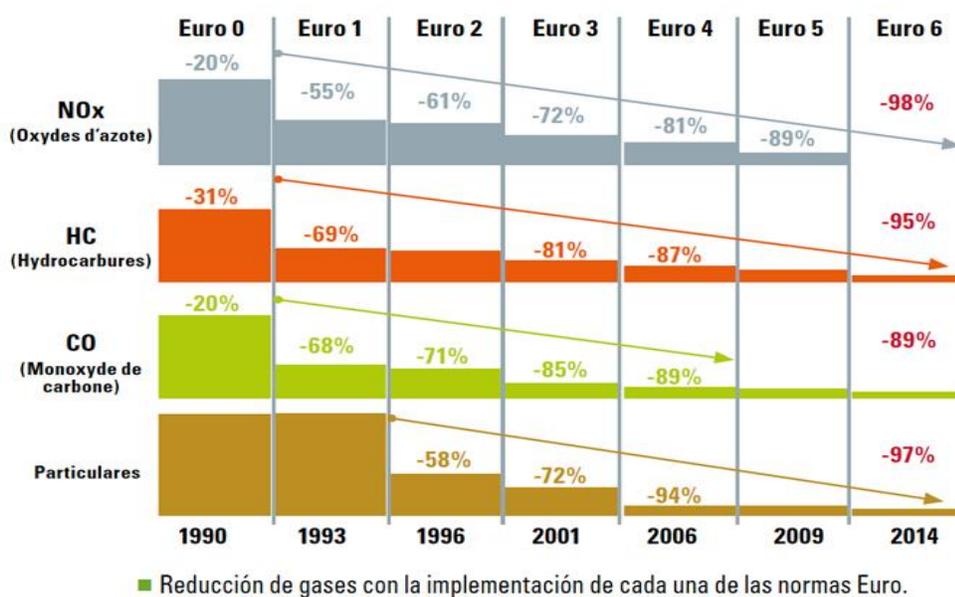
Características
Fuente luminosa de Diodo LED verde
Receptor de luz por foto diodo
Control automático de presión de cámara
Temperatura de cámara a 90°
Tiempo de calentamiento < 5 minutos
Conexión bluetooth
Alimentación 12 VCC – 60 W
Temperatura ambiente 5 - 40°
Receptor de radio para MGT – 300
Dimensiones 265 * 358 * 265 mm
Peso 7 Kg

La tabla describe las características clave de un dispositivo tecnológico avanzado. Equipado con una fuente luminosa de Diodo LED verde y un receptor de luz por foto diodo, este dispositivo garantiza una precisión óptima en la medición. Incorpora un control automático de presión de cámara y alcanza una temperatura de cámara de 90°C, asegurando condiciones ideales para su funcionamiento. Con un rápido tiempo de calentamiento de < de 5 minutos y conexión

Bluetooth, facilita la integración con otros sistemas. Funciona con una alimentación de 12 VCC y consume 60 W de potencia, adaptándose a diversas condiciones ambientales con una temperatura operativa entre 5°C y 40°C. Incluye un receptor de radio para MGT-300 y tiene dimensiones compactas de 265 x 358 x 265 mm, con un peso de 7 Kg, lo que lo convierte en una opción robusta y versátil para aplicaciones tecnológicas avanzadas.

Figura 5

Valores de Opacidad Normativas Euro



Tomado de: <https://www.revistaautocrash.com/que-son-las-normas-euro-y-por-que-evolucionan/>

En este gráfico se puede observar el descenso de la producción de gas con las normas euro, con respecto a euro cero, se observa que existe una reducción de 20% r en NOx, y un 31% en HC, con respecto al CO, existe una reducción de una 20% en 1990, a diferencia del 2014 donde se observa una reducción de un rango entre 89 % a 98% de reducción en la norma euro 6.

2.1.6 Vehículo Utilizado

Figura 6

Vehículo Utilizado Hyundai H1 2013



Tomado de: <https://youtu.be/OOxv4WMYGoU>

Es una furgoneta con capacidad para siete pasajeros que tiene una longitud de 5,15 metros con una anchura de 1,92 metros y una distancia entre ejes amplios de 3,2 metros, destinada a permitir una buena capacidad interior, tiene la consideración de vehículo comercial, Externamente, el Hyundai H1 presenta un diseño robusto y moderno, con líneas aerodinámicas que mejoran su estabilidad en carretera. Su tamaño compacto facilita la maniobrabilidad en entornos urbanos, mientras que su amplio interior ofrece un espacio generoso para los ocupantes y su equipaje.

En cuanto a su motorización, el Hyundai H1 suele estar equipado con motores diésel de alta eficiencia de 2.5 CRDi de 136 CV de potencia y también con la versión de 170 CV de la misma mecánica. que proporcionan una combinación equilibrada de potencia y economía de combustible. Este enfoque en la eficiencia no solo reduce los costos operativos, sino que también contribuye a una menor huella ambiental en comparación con otros vehículos de tamaño similar.

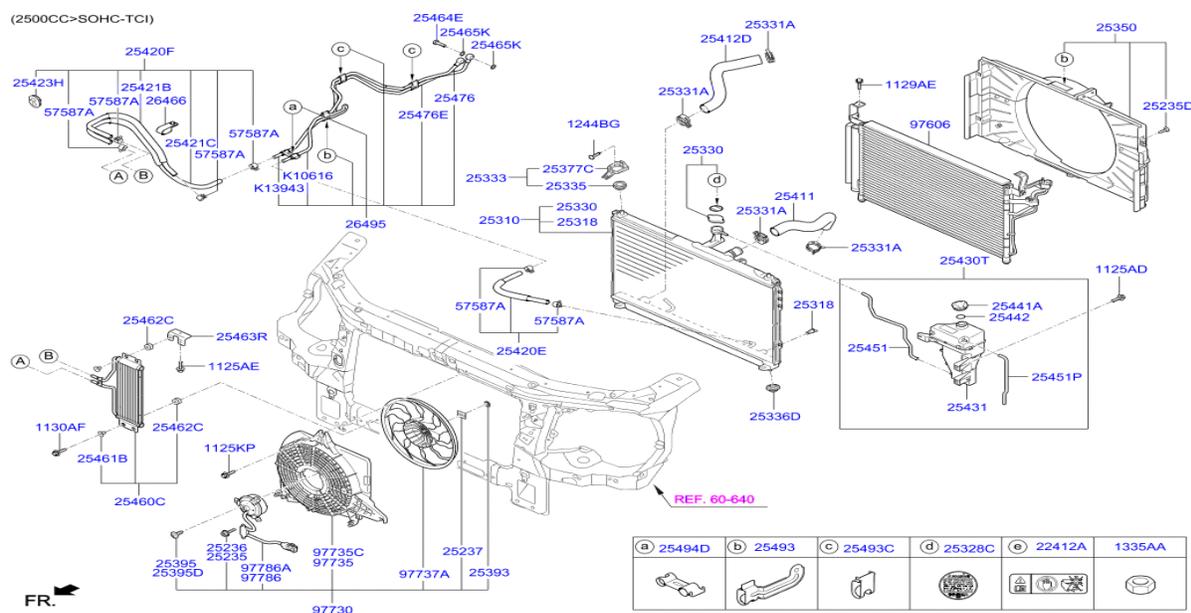
2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Sistema de Refrigeración

El sistema de enfriamiento es un sistema que, al trabajar en conjunto, proveen al motor la temperatura adecuada para su funcionamiento. Si el motor se encuentra a bajas temperaturas, se pierde potencia y se aumenta el consumo de combustible, y si trabaja a temperaturas muy altas, pone en riesgo de sobrecalentamiento de las piezas que contiene el motor de combustión alterna. (Grupoherres, 2023)

Figura 7

Sistema de Refrigeración del Hyundai H1



Tomado de: <https://www.sparekorea.com/product/parts/645967>

A continuación, se detallará cada una de las partes del sistema de refrigeración que conforman el vehículo diésel.

2.2.2 Radiador

Es una parte importante en el sistema de refrigeración y su función es la de mantener a una temperatura óptima en el motor, es por eso por lo que el calor como el frío excesivo puede perjudicar varios componentes en el vehículo.

El radiador es un intercambiador térmico que expone un gran volumen de refrigerante caliente a un gran volumen de aire de enfriamiento. En su construcción se compone por conductos donde circula el refrigerante. Hay varios tipos de arreglos de las láminas, las cuales son: Tubulares, De lámina de agua y de panel. (Domínguez & Ruiz, 2019)

Se une por medio de mangueras o manguitos, en su parte inferior está unido al bloque de motor, que se conectan a la bomba. En su parte superior, está conectado a la culata o tapa de cilindros, y entre medio se encuentra el termostato. Se sitúa en la parte delantera del motor para facilitar el contacto con el aire. (Autoytecnica, 2023)

Figura 8

Radiador del Hyundai H1



Tomado de: <https://www.electrodiesel.com.py/categoria/7012/radiadores>

2.2.3 Ventilador

El ventilador del motor tiene como misión impulsar el aire ambiente a través del radiador de refrigerante y del motor. El mismo es accionado por la banda de accesorio o en caso de ventilador electrónico, por un motor eléctrico regulado. El ventilador es necesario, cuando el motor se encuentra en ralentí y cuando el aire no es suficiente para refrigerar el líquido refrigerante.

El ventilador se fabrica en chapa o en plástico, estando constituido de un número determinado de aspas adecuadamente orientadas, para que la corriente de aire tenga el sentido hacia el motor, es decir, el mismo que el que procede del exterior con el vehículo en movimiento. (Autoytecnica, 2023)

Figura 9

Electroventilador del Hyundai H1



Tomado de: <https://www.electrodiesel.com.py/categoria/7012/radiadores>

2.2.4 Termostato

Encargado de regular la temperatura. La función principal que desempeña es la de regular el suministro de líquido refrigerante necesario a través de una válvula que se abre o se cierra dependiendo de la temperatura de trabajo del motor, también influye en el consumo de combustible de los vehículos, ya que cuando la temperatura es baja, el suministro de combustible tiene que ser

mayor. Y, por lo tanto, si influye en el consumo de combustible, también lo hará en el nivel de emisiones contaminantes del vehículo. (Helloauto, 2023)

La apertura del termostato del Hyundai H1, es a los 80° C debe alcanzar una temperatura de alrededor de los 90° C el motor para tener un óptimo rendimiento.

Figura 10

Termostato del Hyundai H1



Tomado de: https://www.encendidogransur.com.ar/MLA-1104334615-termostato-hyundai-h1-minibus-24-16v-i10-12-16v-mlh-egs-_JM

En la figura 11 se muestra la ubicación del termostato en el vehículo Hyundai H1.

Figura 11

Ubicación del termostato



La localización del termostato en el vehículo Hyundai H1, este se encuentra ubicado debajo de la bomba hidráulica como se muestra en la figura 11, está cubierta por la toma de agua que sale

una manguera hacia el radiador, en el interior de la toma de agua se encuentra ubicado el termostato.

2.2.5 Bomba de Refrigerante

Las bombas de refrigerante recirculan el refrigerante a través del circuito y generan la presión, mantiene la temperatura del motor por debajo de la temperatura de sobrecalentamiento. Cuando el motor está en funcionamiento, la bomba fuerza el flujo de anticongelante. La bomba de agua está ubicada delante del motor y el accionamiento se realiza a través de la banda de distribución o la banda accesorio. (Valeo, 2023)

Figura 12

Bomba de Refrigerante del Hyundai H1



Tomado de: https://www.encendidogransur.com.ar/MLA-1104334615-termostato-hyundai-h1-minibus-24-16v-i10-12-16v-mlh-egs-_JMConsecuencias del Azufre en el Diésel

La reducción del contenido de azufre en el combustible contribuye con la vida útil del motor diésel, el combustible de origen fósil tiene un mayor contenido de azufre. Se consume en la cámara de combustión, se forman óxidos de azufre que reaccionan con el vapor de agua para formar el ácido sulfúrico. Al igual que el sulfuro de hidrógeno, si estos vapores de ácidos se

condensan, atacan químicamente las superficies de metal de las partes internas del motor de combustión interna.

2.2.6 Ciclos de Manejo

Un ciclo de conducción se define como un patrón de velocidades descrito en un gráfico velocidad-tiempo, que refleja el estilo habitual de manejo en entornos urbanos o en carreteras, considerando factores como la tecnología del vehículo, las condiciones del tráfico y de la carretera, así como variables climáticas y geográficas como la altitud. Además, incorpora las particularidades individuales de los conductores que influyen en el comportamiento durante la conducción. (Colcha & Mero , 2023)

Estos ciclos de manejo tienen una gran importancia, entre otros fines, permiten planificar regulaciones por medio de leyes medioambientales y desarrollar nueva tecnología para futuros automóviles, en la validación de modelos que predicen el comportamiento contaminante de los vehículos en la vía pública y en el registro de emisiones contaminantes (recuento de la cantidad de contaminantes liberados a la atmósfera).

Incluso antes de que un vehículo se someta a los sistemas OBD, deben pasar estrictas pruebas de emisiones. Esto se hace por hacer funcionar el vehículo a través de ciclos de prueba y el análisis de los gases de escape.

2.2.7 NEDC – Nuevo Ciclo de Conducción Europeo

Es un ciclo altamente optimizado que se usa para darle aprobación al parque automotor europeo de vehículos livianos con periodos de aceleración, deceleración y velocidad constantes, manteniendo una estrecha relación con las condiciones de conducción reales en ruta. (Gómez, 2014)

2.2.8 MNEDC– Nuevo Ciclo de Conducción Europeo Modificado

El nuevo ciclo de conducción europeo modificado (MNEDC) está en vigor desde Euro 3, contrariamente al Nuevo Ciclo Conducción Europeo (Euro 2), que solo arranca 40 segundos después de que el vehículo haya arrancado, el MNEDC también incluye una fase de arranque en frío.

2.2.9 Línea de Base MNEDC

Las condiciones de prueba consideradas en las simulaciones a lo largo del NEDC modificado son las del caso MNEDC, excepto el perfil de velocidad. La función de inercia en ralentí es desactivada; por lo tanto, el conductor virtual está siguiendo el perfil de velocidad impuesto también en las fases de deceleración en las que se ha introducido la curva de desaceleración para hacerlo el acelerador debe estar ligeramente presionado en esas fases. (Politécnico Di Torino, 2018)

2.2.10 MNEDC con Inercia Inactiva

Ejecutando el modelo a lo largo de MNEDC, una parte significativa del ciclo se recorre en modo de inercia siguiendo el perfil de velocidad de desaceleración del vehículo. Esto permite para obtener una reducción del consumo de combustible respecto al estándar NEDC. (Politécnico Di Torino, 2018)

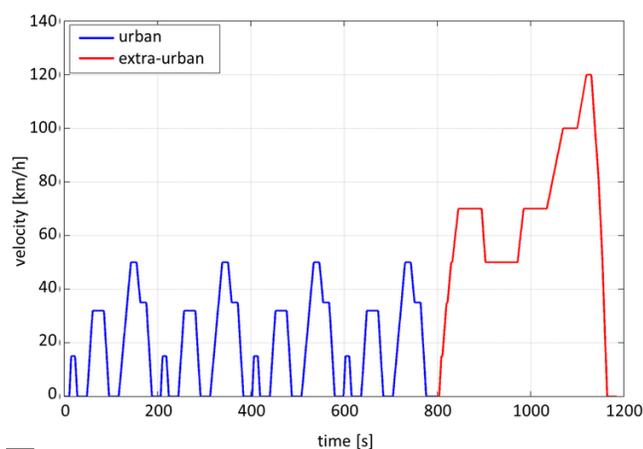
El perfil de velocidad del MNEDC se generará de acuerdo con las siguientes reglas:

- La secuencia de prueba está compuesta por un ciclo urbano compuesto por cuatro ciclos urbanos elementales y un ciclo extraurbano
- Todas las rampas de aceleración son idénticas al perfil NEDC
- Todos los niveles de velocidad constante son idénticos al perfil NEDC

- Los valores de desaceleración cuando la función de inercia está desactivada son iguales a los del perfil NEDC
- Las tolerancias de velocidad y tiempo se ajustarán al punto 1.4 del anexo 7 del Reglamento n.º 101 de la CEPE/ONU.
- La desviación del perfil NEDC debe minimizarse y la distancia total debe cumplir con las tolerancias especificadas NEDC
- La distancia al final de cada fase de desaceleración del perfil MNEDC será igual a las distancias al final de cada fase de desaceleración del perfil NEDC;
- Para todas las fases de aceleración, velocidad constante y desaceleración, se aplicarán las tolerancias NEDC estándar.
- Durante las fases de conducción por inercia, el motor está desacoplado y no se permite ninguna corrección activa de la trayectoria de velocidad de los vehículos. (Parlamento Europeo y del Consejo , 2018)

Figura 13

Gráfica de Ciclo de Conducción de MNEDC



Tomado de: https://www.researchgate.net/figure/NEDC-New-European-DrivingCycle_fig4_308201738

2.2.11 Protocolo de Prueba

De acuerdo con la directiva 98/69/EC se efectúa la prueba de acuerdo con este esquema:

La primera parte representa conducción urbana, en la que el vehículo se arranca por la mañana (tras haber estado toda la noche aparcado) y se conduce en hora punta con múltiples paradas de atasco.

La segunda parte representa una conducción de carretera con una velocidad máxima de 120 km/h. (Parlamento Europeo y del Consejo, 1998)

- La distancia es de 11 007 metros.
- La duración es de 1 180 segundos (casi 20 minutos).
- La velocidad media es de 33.6 km/h.
- La velocidad máxima es de 120 km/h.
- La aceleración máxima es de 1,04 m/s².
- El tiempo al ralentí es de 300 segundos (un 25% del total).
- El peso total se compone del vehículo vacío + 100 kg + 90% de combustible + fluidos + rueda de repuesto (o kit de reparación).
- La temperatura ambiente está entre 20 °C y 30 °C.
- El aire acondicionado está apagado.
- Los cambios de marchas son fijos para los cambios manuales y sugeridos por los fabricantes para los automáticos.

Tabla 2*Parámetros Ciclo NEDC.*

Parámetros	Valor	Parámetros	Valor
Distancia total	11016.63 m	Aceleración negativa media	-0.719 m/s ²
Tiempo total	1180 s	Desviación estándar de aceleración	0.476 m/s ²
Tiempo de conducción	939 s	Des. Estándar de acel. positiva media	0.243 m/s ²
Tiempo de conducción acelerado	278 s	Aceleración: 75 - 25 Percentil	0.000 m/s ²
Tiempo de conducción desacelerado	204 s	Número de aceleraciones	31
Tiempo de frenado	200 s	Aceleraciones por kilómetro	2.814 km
Tiempo de Descanso	241 s	Número de paradas	14
% de tiempo conducido	79.58 %	Paradas por kilómetro	1.27 /km
% de crucero	38.81 %	Duración media de parada	17.21 s
% de tiempo acelerando	23.56 %	Distancia media entre paradas	786.9 m
% de tiempo desacelerando	17.29 %	Aceleración positiva relativa	0.1113 m/s ²
% de tiempo de frenado	16.95 %	Energía cinética positiva	0.224 m/s ²
% de tiempo de Descanso	20.42 %	Velocidad positiva relativa	0.286
Velocidad media (viaje)	33.6 km/h	Velocidad real relativa	0.840
Velocidad de conducción media	42.24 km/h	Velocidad cuadrada relativa	17.223 m/s
Desviación estándar de la velocidad	28.91 km/h	Velocidad positiva cuadrada relativa	5.284 m/s
Velocidad: 75 - 25 percentil	46.7 km/h	Velocidad real cuadrada relativa	14.771 m/s
Velocidad Máxima	120.09 km/h	Velocidad cúbica relativa	361.85 m ² /s ²
Aceleración Media	0.000 m/s ²	Velocidad positiva cúbica relativa	167.97 m ² /s ²
Aceleración positiva media	0.528 m/s ²	Velocidad real cúbica relativa	311.37 m ² /s ²
		Raíz cuadrada media de la aceleración	0.131 m/s ²

Nota. Se detallan los parámetros del ciclo NEDC. Barlow, Latham, McCrae, & Boulter, (2009)

Capítulo III

Ejecución de Proyecto

3.1 Diseño de la Estructura para el Opacímetro

La estructura está diseñada para transportar el equipo en su interior y así poder realizar un estudio en tiempo real que permita obtener datos exactos, se tomó en consideración variables como la resistencia de los materiales, la fatiga del elemento, la vibración y el peso final.

A través de las mediciones tomadas al equipo y al espacio donde se ubicará dicho equipo en el vehículo, se realizará una estructura con dimensiones de 46 x 35 cm con dos barras de metal de 52.5 cm con la cual se realizará la sujeción por la parte posterior del vehículo, y en base a las consideraciones del estudio, el equipo es delicado y es importante evitar los golpe o vibraciones debido a que podría causar daños que perjudiquen al equipo y/o su exactitud en las mediciones.

Para ello la importancia de evitar estos tipos de daños, en su interior para evitar vibraciones o golpes, movimientos bruscos se fijó el equipo con unas almohadillas con el fin de que el equipo no sufra daños y evitar inconvenientes para su toma de datos.

Las estructuras metálicas son las que la mayor parte de los elementos o partes que la forman son de metal (más del 80%), normalmente acero. Se decidió por este material debido a que soporta mejor las cargas y ofrece una buena resistencia al pandeo u deformación. Aspecto clave para realizar las comprobaciones. Además, debe soportar las vibraciones de las vías generadas por las calles donde se realizó la conducción.

3.2 Elaboración de Diseño en Autodesk Inventor

En primera instancia, para realizar el diseño de la estructura, se realizó una toma de medición en el vehículo a utilizar Hyundai H1 del año 2013, obtenida esta información ya concreta se procedió a la toma de datos, que altura tiene el equipo opacímetro a utilizar.

Y la ubicación óptima para la colocación del equipo es en la parte posterior, cerca del tubo de escape. El equipo para utilizar es el Opacímetro Inalámbrico OPA-3003LT-BT, cuyas dimensiones de este son de 265 mm de alto x 358 mm de largo y un peso de 7 Kg, teniendo en cuenta como factor estos datos técnicos del equipo, se toma en cuenta el diseño para la estructura del equipo mismo.

Se realizó el diseño de la estructura en el software de diseño Autodesk Inventor, en el cual se pudo determinar las dimensiones con la cual se pueda implementar el equipo opacímetro al vehículo seleccionado. Tomando como dato técnico, cual serían las dimensiones de este, se elaboró el diseño en base a las medidas del equipo opacímetro inalámbrico OPA – 300 – LT – BT, como su distancia, su altura y el peso del equipo, para poder tener las medidas correspondientes para la estructura del cuerpo.

3.3 Diseño de estructura metálica

Figura 14

Fabricación de Estructura Metálica



Nota. Se muestra la estructura metálica ya fabricada.

A continuación, en la tabla 3, se presentan los materiales utilizados para la elaboración de la estructura son:

Tabla 3*Materiales Utilizados en la Construcción de la Estructura*

Material	Cantidad
Plancha de acero 1.40mm	1
Ángulos estructurales perfil estándar de 6 m	1
Bisagra	2
Tubería con costura de acero al carbono para usos estructurales 6 m	1
Platinas Laminadas 0.03 m x 6 m	1
Paquete electrodo 6011-H (AWS E - 6011)	1
Pernos de 8mm	4
Tuercas de sujeción de 8mm	4

El diseño de la estructura metálica se la realizo con planchas y perfiles de acero para una buena sujeción del equipo, con el fin de poder realizar una prueba de ruta activa y así obtener datos reales.

Se procedió a realizar los cortes con las medidas establecidas teniendo las debidas precauciones y contando con los equipos de protección personal requerido para esta actividad. Del mismo modo se debe tener precaución el proceso de soldadura para poder evitar algún accidente, como también, debe tener las medidas de seguridad y evitar lesiones por quemaduras en la mano, rostro o cualquier otra parte del cuerpo. Asegúrese que el lugar esté seco, libre de químicos y bien ventilado e Inspeccionar el equipo antes de comenzar a usarlo.

3.4 Instalación del Equipo a Bordo en el Vehículo

Para la instalación de la estructura en el vehículo Hyundai H1, se la realizara en la parte posterior del vehículo, para ello se retiró la llanta de emergencia y sus componentes que lo sostienen, una vez hecho eso se tendrá un espacio muy amplio como se puede observar en la imagen se aprecia en la base de la llanta dos orificios que tiene 2 pernos de 8 mm en ambos lados, se puede usar sus orificios para colocar nuestra estructura con sus respectivos pernos de sujeción.

Figura 15

Inspección del sitio de sujeción del Equipo en el Vehículo



Nota. Se inspecciona y se recolecta material fotográfico sobre la sujeción donde será colocado el equipo.

Una vez terminado el proceso de soldadura y pintura de la estructura metálica, se llevó el vehículo Hyundai H1 al taller automotriz, hacer su respectiva verificación que todas las medidas estén correctamente realizadas.

Teniendo en cuenta las medidas estén correctamente, se procedió a instalar la estructura en el vehículo en la parte posterior como se muestra en la imagen.

Figura 16*Instalación Final de la Estructura Metálica*

Nota. Se añade la estructura metálica al vehículo.

Se procedió a llevar el vehículo Hyundai H1 a las instalaciones del taller de la facultad de ingeniería automotriz, con el fin de hacer las respectivas instalaciones de los equipos en la parte posterior del vehículo, se hizo necesario utilizar herramientas como, el uso de una gata tipo lagarto para poder elevar el vehículo, juego de dados y raches para poder ajustar los pernos que sujetaran la estructura metálica, una camilla para poder acostarse en la parte posterior de abajo del vehículo, unas gafas de protección para evitar algún contacto de basura en los ojos.

3.5 Software del Equipo Opacímetro

El Equipo posee su propio software Brain Bee Omnibus 800 que se instala en una PC, donde permite realizar varias pruebas al operador con el objetivo de afinar los sistemas relacionados con las emisiones del vehículo.

Figura 17

Software Omni bus 800 Pantalla de Inicio del Software



Nota. Captura de la pantalla de inicio de Brain Bee.

Para la utilización del opacímetro inalámbrico OPA 300 – It – bt, es muy importante que el software este actualizado y que tenga configurado las normativas a cumplir del país, la conexión con el software puede ser vía bluetooth o a través de los cables del equipo opacímetro hacia el ordenador, los equipo deben estar conectados con una fuente de alimentación de 110 v, para ello se consiguió un transformador de 12 v a 110 v.

3.6 Condiciones Previas a la Medición

Antes del inicio de la medición de la opacidad, debe tenerse muy en cuenta que los vehículos sometidos a esta prueba y sobre todo sus motores han de estar en perfectas condiciones de funcionamiento, para lo cual, previo a la medición se debe comprobar:

A motor parado:

- El correcto nivel de aceite del motor.

- La temperatura normal de funcionamiento del motor (80°C aprox.).
- Condiciones mecánicas del motor: que no existan fugas de líquidos como aceite, refrigerante, así como el estado y el tensado de las correas de distribución y correas auxiliares.

A motor en funcionamiento:

- Presión correcta de aceite.
- Estanqueidad de la instalación de los gases de escape.
- Durante la prueba, deben realizarse varias aceleraciones continuadas, de ralentí hasta el régimen de desconexión de la inyección. (Centro Zaragoza, 2010)

3.7 Parámetros Básicos de Medición de los Opacímetros

Para controlar esta cantidad de emisiones de escape en los motores Diésel se utilizan los opacímetros, que básicamente constan de una cámara de medición que porta en su interior un emisor y un receptor de luz. Al recircular por el interior de esta cámara de medición de los gases de escape, se genera una absorción del haz de luz emitido hacia el receptor, en función de la mayor o menor cantidad. Esta reducción de luminosidad facilita la medición porcentual de la opacidad de los gases de escape.

Antes de llevar a cabo el, debe configurarse la unidad de datos del medidor. Se recomienda consultar las instrucciones de operación provistas por el fabricante de la unidad de procesamiento, para procedimientos específicos de configuración; sin embargo, se deben cumplir los siguientes pasos funcionales. Antes de efectuar las mediciones, el medidor debe verificar los valores de cero y escala máxima (los medidores pueden realizar en forma automática las revisiones de cero y escala máxima. En otros medidores la secuencia debe realizarse manualmente).

Calentamiento del equipo. Antes de cualquier revisión o ajuste de cero y/o escala máxima, el equipo debe calentarse y estabilizarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Si el medidor está equipado con un sistema de purga de aire, a fin de evitar que se llene de hollín el medidor óptico, se recomienda activar este sistema y ajustarlo de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. El equipo no debe permitir mediciones si no ha superado su tiempo o temperatura de calentamiento.

3.8 Rutas Propuestas

Con el fin de obtener un diagnóstico completo, se realizó un trayecto en el vehículo, probando diferentes velocidades, frenos y cambios de marcha para evaluar qué otras novedades se encuentran en un escenario de conducción real. Para el ciclo urbano se seleccionó la ruta que comprende el sector de Sauces 4. Y para el ciclo extra-Urbano se utilizó las calles circundantes al sector de parque samanes.

3.9 Ciclo de Conducción Urbano

Figura 18

Google Maps del Sector Donde se Realizó el Ciclo de Conducción Urbano



Tomado de: (Google Maps)

Para la ruta propuesta del ciclo de conducción en el área urbana, se trazó un recorrido iniciando desde la calle Av. Agustín Freire Icaza, posteriormente se recorrió hasta la Av. Francisco

de orellana, posteriormente se tomó la calle hasta llegar al sector de Alborada X, siguiendo el recorrido se circunvaló a la altura del centro comercial “City Mall”.

Se siguió el recorrido por la Av. Benjamín Carrión y se realizó un giro hacia la Av. Isidro Ayora. Se circunvalo y tomo la vía hasta la calle Pdte. José Luis Tamayo, se recorrió la vía hasta la calle Rodrigo Calle Cornejo, se continuo el camino hasta llegar a la incorporación de la calle Av. José María Egas, se circunvalo en el monumento a los héroes del Cenepa con dirección a la calle Antonio Parra Velasco, para posteriormente girar a la derecha con sentido a la Av. Agustín Freire Icaza y posteriormente finalizar la prueba de ruta.

Tabla 4

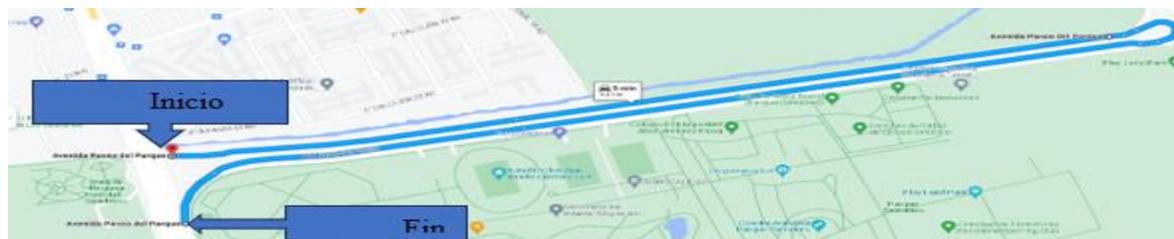
Datos de la Ruta Urbana

Datos de la ruta	Valores
Kilómetros recorridos	11.6 Km
Tiempo de la prueba	1180 s
Tiempo de conducción	914 s
Velocidad Media	30 km/h.

3.10 Ciclo de Conducción Extraurbano

Figura 19

Google Maps del Sector Donde se Realizó el Ciclo de Conducción Extraurbano



Nota. Se obtuvo el ciclo de conducción extraurbano a través del Google maps.

Se realizó un recorrido de un tiempo de 5 minutos desde el Parque Samanes hasta la avenida de Paseo del Parque, a la altura de la zona de reserva forestal Senderos. Este trayecto fue seleccionado debido a sus características representativas de un entorno urbano típico, lo que permite evaluar el comportamiento del vehículo en condiciones de tráfico realistas.

Tabla 5

Datos de la Ruta Extraurbana

Datos de la ruta	Valores
Kilómetros recorridos	4,3 km
Tiempo de la prueba	400 s
Tiempo de conducción	514 s
Velocidad Media	70 km/h.

La tabla proporciona información detallada sobre una ruta de prueba realizada para medir la opacidad de los gases de escape de un vehículo diésel. Durante la prueba, se recorrieron 4,3 kilómetros en un tiempo total de 514 segundos de conducción, lo que incluye períodos de aceleración y desaceleración adicionales al tiempo específico de la prueba. La prueba de opacidad en sí misma duró 400 segundos. La velocidad media alcanzada durante el recorrido fue de 70 km/h, lo cual es relativamente alta, sugiriendo que el trayecto incluyó tramos de carretera o áreas con menor tráfico. Al comparar el tiempo total de conducción con el tiempo de prueba, se observa una diferencia significativa, indicando que hubo momentos en los que el vehículo estuvo en movimiento, pero no se estaban realizando mediciones oficiales de opacidad.

Capítulo IV

Análisis de Resultados

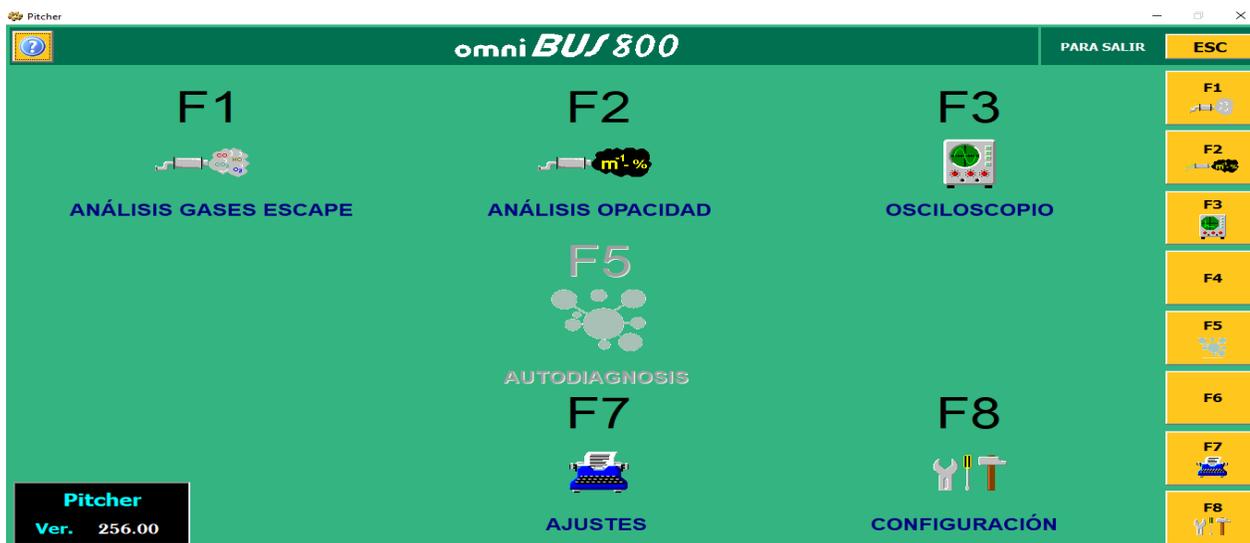
4.1 Presentación de Tablas y Gráficas

Se debe iniciar en una laptop el software a utilizar, Omni Bus 800, Optimizado por la empresa que comercializa el equipo, para posteriormente configurarlo con los valores y estándares nacionales. Asimismo, las variables a utilizar como temperatura, RPM, información del vehículo deberán ser introducidas de forma manual por el operador.

El programa del equipo ofrece una serie de opciones las cuales son: Análisis de gases de escape, Análisis de opacidad, Osciloscopio, Ajuste y configuración.

Figura 20

Funciones del Equipo Mediante el Software



Nota. Se muestra el abanico de opciones que posee el equipo mediante un software.

En la opción de análisis de opacidad, se despliega una serie de información, la cual deberá ser llenada con la información pertinente del vehículo utilizado como: Placa, Marca, Modelo, Chasis y kilometraje.

Figura 21

Introducción de Información en el Software

TEST OFICIAL - DATOS DE VEHICULO		PARA SALIR	ESC
PLACA	: AAA-2050	F1	
MARCA	: HYUNDAI	F2	
MODELO	: H1	F3	
No. CHASIS	: 00000000000000000000	F4	
ODÓMETRO	: 00000	F5	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	: 2013	F6	
		F7	
		F8	

Nota. Se introduce la información que requiere al sistema.

El programa muestra un mensaje con la directriz de introducir la sonda en el tubo de escape del vehículo.

Figura 22

Colocación de Sonda en el Tubo de Escape

TEST OFICIAL			PARA SALIR	ESC
TIMER [s]	TEMP. HUMO [°C]	OPACIDAD [%]	F1	
			F2	
			F3	
			F4	
			F5	
			F6	
			F7	
			F8	

Nota. Se muestra la interfaz de colocación de sonda para el tubo de escape.

Se debe introducir los parámetros correspondientes a los límites oficiales establecido por el organismo INEN, Los valores a introducir son: Temperatura del motor, límite de opacidad, máxima diferencia permitida, aceleraciones, régimen ralentí y régimen ralentí acelerado.

Figura 23

Establecer Límites Oficiales por la Normativa INEN Vigente en el País



LIMITES OFICIAL			
TEMPERATURA MOTOR	:	min	75 [°C]
LÍMITE DE OPACIDAD	:	max	50 [%]
MAXIMA DIFERENCIA PERMITIDA	:	max	10 [%]
ACELERACIONES	:	min	5
RÉGIMEN RALENTI	:	min	500
		max	1200
RÉGIMEN RALENTI ACELERADO	:	min	2500
		max	3500

Nota. Se establecen los datos en la interfaz de límites de prueba.

Se introduce la temperatura que el vehículo debe alcanzar para poder iniciar la toma de datos de la opacidad.

Figura 24

Introducirla Temperatura Máxima al Cual se Realizará la Prueba



LLEVAR EL MOTOR A
UNA TEMPERATURA DE

INTRODUCCIÓN MANUAL DE LA TEMP.
TEMPERATURA 82 °C

TEMPERATURA MOTOR BAJA

Nota. Se introduce la temperatura a la que podrá realizarse la prueba.

Se inicia la toma de muestra realizando la ruta de conducción

Figura 25

Toma de la Primera Muestra en Ruta Sin Termostato



Nota. En este test se muestra la toma de la primera ruta sin la aplicación del termostato.

La imagen parece mostrar la pantalla de un software de medición de opacidad de gases de escape para vehículos diésel.

Figura 26

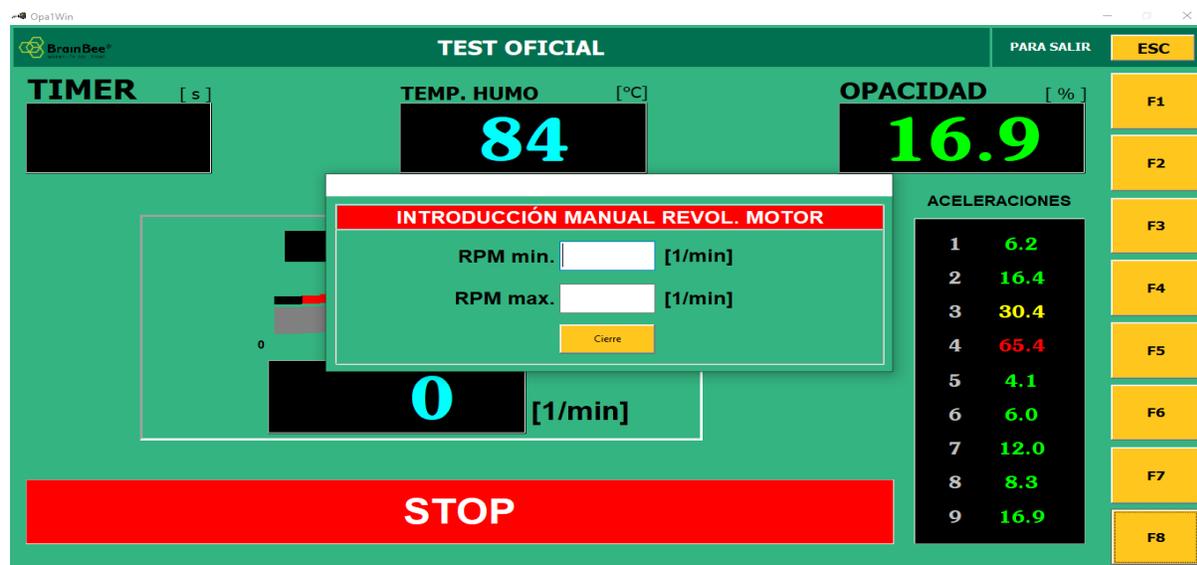
Toma de la Muestra en Ruta



Nota. Se hace la toma de la muestra en la ruta mostrando el porcentaje de opacidad.

Figura 27

Toma de la Muestra en Ruta



Nota. Se hace una segunda toma de muestra en la ruta.

Se pudo visualizar por medio del equipo que los valores de opacidad esta excedida, esto debido a que, al no poseer termostato, no consigue llegar a su temperatura de funcionamiento.

4.2 Tomas de Datos - Prueba Activa

El ciclo de conducción MNEDC tiene similitud con el ciclo NEDC con la diferencia que el vehículo recorre una parte significativa en modo inercia, por lo tanto, para la toma de datos de la prueba de conducción activa es necesario tener en cuenta los siguientes parámetros, la velocidad del vehículo debe ser constante, el tiempo de cada toma de datos, la aceleración y desaceleración, esto permitirá una reducción en el consumo del combustible con respecto al ciclo NEDC.

Para el protocolo de prueba de conducción urbano, el vehículo debe de arrancar en frío en la mañana (vehículo aparcado toda la noche) y la conducción para esta prueba se realizará con múltiples paradas de tráfico en la mañana, con una velocidad constante de 30 km/h. Para la segunda parte de conducción de la prueba extraurbana se representó con una conducción en autopista, con

una velocidad constante de 70 km/h, la duración de la prueba tomo aproximadamente 20 minutos con una distancia total de 11007 metros.

La prueba urbana se realizó en la mañana a las 10 am con alto flujo vehicular, como se muestra en la figura 18, para tener un buen análisis en la prueba de conducción activa, es necesario tomar 3 tomas de datos como mínimo y así obtener la mayor cantidad de datos posibles, teniendo en cuenta que las variables como velocidad y las revoluciones deben ser constante para proceder a obtener cada dato en sus diferentes estados de temperatura y el tiempo que dure la prueba a realizar y cada cambio que se obtenga en las variables de opacidad.

El equipo a utilizar es el Opacímetro Inalámbrico OPA-300-LT-BT, el cual permite extraer los datos como opacidad, con la ayuda de un escáner automotriz extraer los valores como temperatura y ayudándose de un cronometro para la toma del tiempo que se demore en extraer todos los valores que dure la prueba de conducción activa, la primera parte de conducción el vehículo se le removió el termostato para proceder con nuestro análisis enfocado netamente en la temperatura del motor y el mismo con la opacidad como es el comportamiento por sus diferentes estados de temperatura, el opacímetro es un equipo fácil de utilizar cuenta con una sonda que va instalado en la parte posterior del vehículo, conectando la sonda en el tubo de escape, el método de análisis de opacidad será con una aceleración y desaceleración constante al vehículo, se procede a verificar las condiciones en sus diferentes estados de temperatura previo a la prueba de conducción activa.

Inicialmente verificar que el vehículo no cuente con fugas adicionales, como un empaque fatigado en el múltiple de escape o el mismo tubo de escape que tenga fisuras, verificando que el motor se encuentre en óptimo estado para proceder con la conducción activa, y con la instalación

del equipo abordo, se debe tener en cuenta que el aire acondicionado del vehículo no se encuentre accionado ya que esto afectaría con la lectura de datos.

Se requiere que el motor alcance una temperatura de 75° C, que es la adecuada para la prueba inicial con una velocidad de 30 km/h con una revolución a 2000 rpm y posteriormente hacer una desaceleración de acuerdo a la normativa MNEDC que indica la necesidad de acelerar y desacelerar entre cada toma de dato, se repite el proceso 3 veces con un intervalo de 30s en el transcurso de la prueba se puede apreciar que la temperatura presenta variaciones ya que el motor esta con una carga constante y de acuerdo a cada grado °C, se procederá a tomar las lecturas, al final de las tomas de datos se realiza un promedio de opacidad que permita obtener un resultado con mayor grado de fiabilidad.

La conducción extraurbana se realizó a la 12 pm, comenzando el recorrido en la avenida Paso del Parque con conexión a la autopista Narcisca de Jesús, como se muestra en la figura 19, con una temperatura de 78° C, con una velocidad mínima de 60 km/h y una velocidad máxima de 120 km/h, se realizó la prueba con una velocidad constante de 70 km/h y se aplicó la misma metodología de la toma de datos.

De los 7 datos de Velocidad, 4 fueron con una velocidad constante de 30km/h y 3 fueron con una velocidad de 70 km/h, como se detalla en la tabla 6, como dato importante la opacidad a mayor revolución se eleva, por eso la importancia de mantener la revolución y velocidad constante, esto permitirá analizar de mejor manera los resultados obtenidos entre cada ciclo de conducción, descrito anteriormente.

Tabla 6

Tabla de Resultado de Ruta sin Termostato Disminución de la Opacidad

		Toma de datos #1		Toma de datos #2		Toma de datos #3		Promedio de Opacidad (%)	
velocidad (km/h)	T (°)	Rpm	opacidad (%)	Tiempo (s)	opacidad (%)	Tiempo (s)	opacidad (%)	Tiempo (s)	total
30	75	2000	17,2	30	17,5	30	15,5	30	16,7
30	76	2200	24,2	30	26,6	30	28,4	30	26,4
30	77	2000	40,6	30	35,4	30	30,2	30	35,4
30	77	2000	26,4	30	24,2	30	22,2	30	24,2
70	78	2200	14	30	11,5	30	10,5	30	12
70	78	2200	30,4	30	26,2	30	28,6	30	28,4
70	79	2000	22,8	30	28,2	30	28,8	30	26,8

La segunda parte de la conducción urbana se procedió a instalar el termostato en el motor de acuerdo con las especificaciones del fabricante, teniendo en cuentas las debidas precauciones, se replicó las mismas condiciones para los ciclos de conducción urbano y extraurbano de acuerdo con la normativa MNEDC, se aplicó la misma metodología para la toma de los 7 datos de velocidades ya descrito anteriormente, en la tabla 7 se puede ver detalladamente los valores con respecto a la prueba.

Se puede apreciar que el termostato influye en la temperatura ya que se presenta una variación de 5° C, a diferencia de la anterior prueba de conducción, se procede a iniciar la prueba con una temperatura de 80° C, con una velocidad de 30 km/h y con una revolución a 2000 rpm, se puede notar que, en el transcurso de la conducción activa, la temperatura alcanza los 90° C, que es la temperatura ideal de trabajo como lo indica el manual del fabricante, cabe destacar que la válvula se expande en ese lapso de tiempo, el refrigerante recircula el sistema de enfriamiento permitiendo que la temperatura se mantenga y que la opacidad este en rangos permitidos.

Tabla 7*Toma de Datos Prueba Activa Opacidad con Termostato*

		Toma de datos #1		Toma de datos #2		Toma de datos #3		Promedio de Opacidad (%)	
velocidad (km/h)	T (°)	Rpm	opacidad (%)	Tiempo (s)	opacidad (%)	Tiempo (s)	opacidad (%)	Tiempo (s)	total
30	80	2000	4,1	30	4,3	30	2,8	30	3,7
30	82	2200	6,5	30	5	30	6,5	30	6
30	84	2000	19,6	30	16,9	30	16,7	30	17,7
30	84	2000	20,2	30	19,2	30	20,2	30	19,8
70	88	2200	4,2	30	3,2	30	3,1	30	3,5
70	88	2200	20,8	30	21,8	30	22,8	30	21,8
70	90	2000	19,2	30	19,6	30	19,4	30	19,4

En la tabla 8, se puede apreciar de manera simplificada el promedio de la opacidad con y sin termostato, se visualiza las diferencias de opacidad que influye el termostato en el motor, como afecta el nivel de opacidad al no tener una temperatura óptima, el rango mínimo de la opacidad sin termostato es del 12% con una temperatura de 78° C y una revolución de 2200 rpm y con un máximo del 35,4% el vehículo no cuenta con cargas adicionales ya que esto provocaría un incremento del mismo, como rango mínimo de opacidad con termostato obteniendo un 3,5% y un máximo del 21,8%, se aprecia una diferencia entre los valores mínimo de ambos estados de temperatura del 8,5% de opacidad, se aprecia un mayor porcentaje de opacidad en el vehículo que no cuenta con él termostato, lo que indica una pérdida de potencia y a un aumento de consumo de combustible.

Tabla 8*Comparación de Porcentaje Total de Opacidad con y sin Termostato*

T °	Opacidad sin termostato (%)	T °	Opacidad con Termostato (%)
75	16,7	80	3,7
76	26,4	82	6
77	35,4	84	17,7
77	24,2	84	19,8
78	12	88	3,5
78	28,4	88	21,8
79	26,8	90	19,4

Cumpliendo con la normativa ecuatoriana, la prueba de opacidad se analiza si el vehículo está dentro de los rangos permitidos en las emisiones, teniendo en cuenta las leyes y reglamentos vigentes, la opacidad mínima es de 1,5 para vehículos matriculados del 01 de enero del 2011 y como máximo permitido es del 70% ya que permite mantener los niveles adecuados de emisiones es importante destacar que este límite aplica tanto, vehículos ligeros como vehículos pesados

Tabla 9*Promedio de Opacidad Mínimo y Máximo*

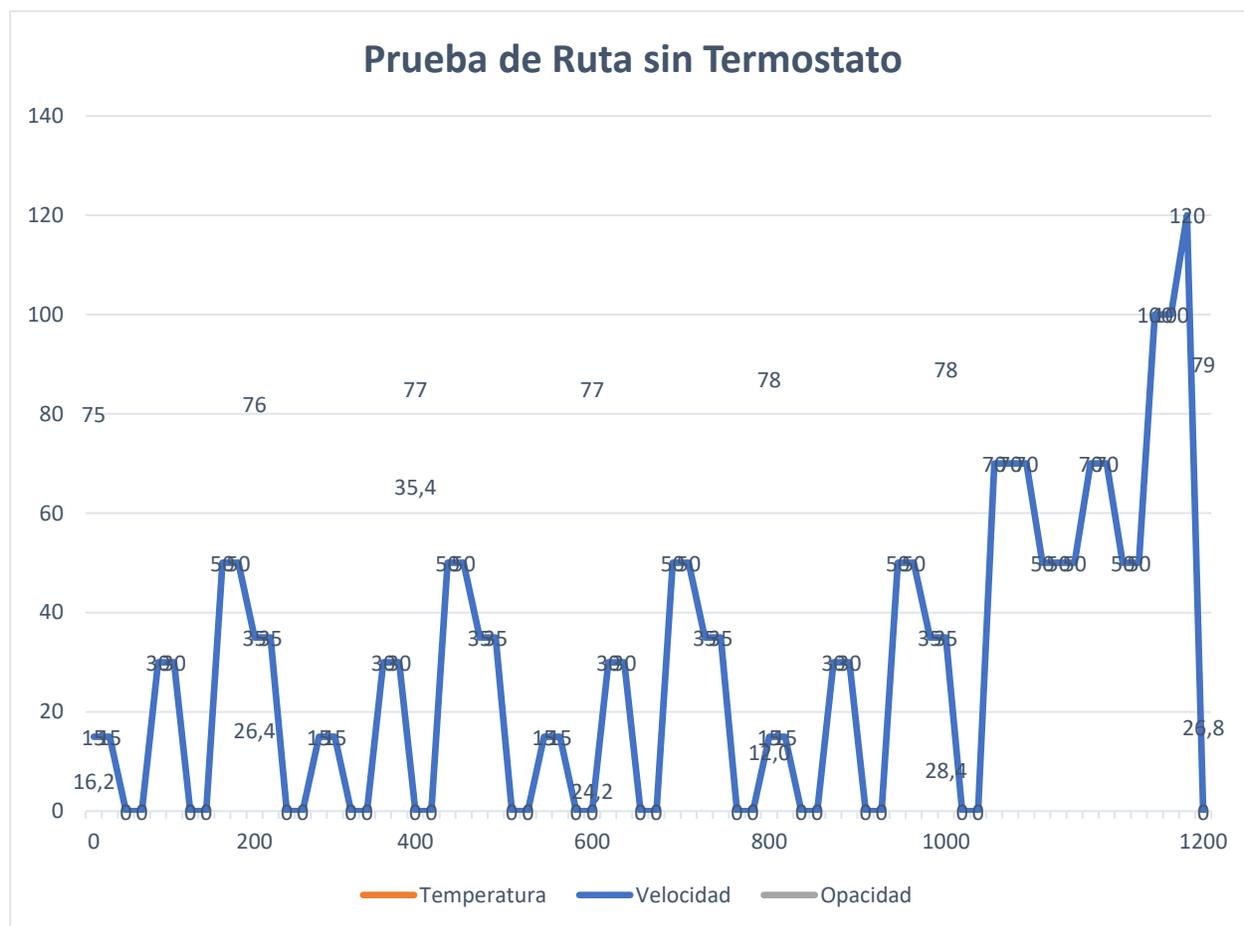
Opacidad Mínima (%)	Promedio opacidad sin termostato	Promedio opacidad con termostato	Opacidad Máxima (%)
1,5	24,3	13,1	13,5

Como gráfica general la figura 28, se da en forma secuencial las 2 rutas propuestas, tanto la urbana como la extraurbana, se detallan de forma general el ciclo de conducción MNEDC que está

en vigor desde la Euro 3, teniendo una temperatura de inicio de 75° C y llegando a una temperatura máxima de 79° C, en la primera toma de dato se obtuvo una opacidad de 16,2 % con el vehículo a 30 km/h con una temperatura de 75° C en la prueba extraurbana para tener datos con mayor grado de fiabilidad se optó por tomar 2 datos adicionales que permitan ver el cambio de opacidad

Figura 28

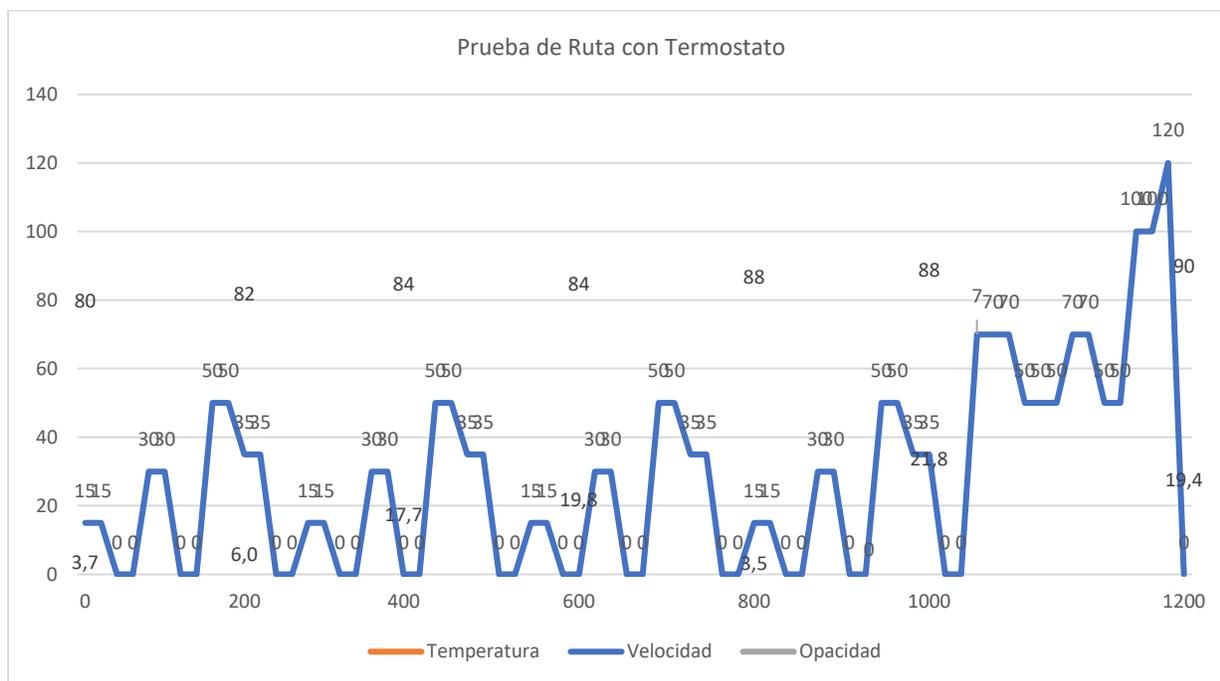
Gráfica Secuencial de la Prueba de Ruta Sin Termostato



A continuación, se presenta la gráfica general de la figura 29, detallando los cambios de estado de temperatura y sus diferentes niveles de opacidad con respecto al ciclo de conducción MNEDC, iniciando la prueba activa con una temperatura de 80° C y llegando a una temperatura máxima de 90° C

Figura 29

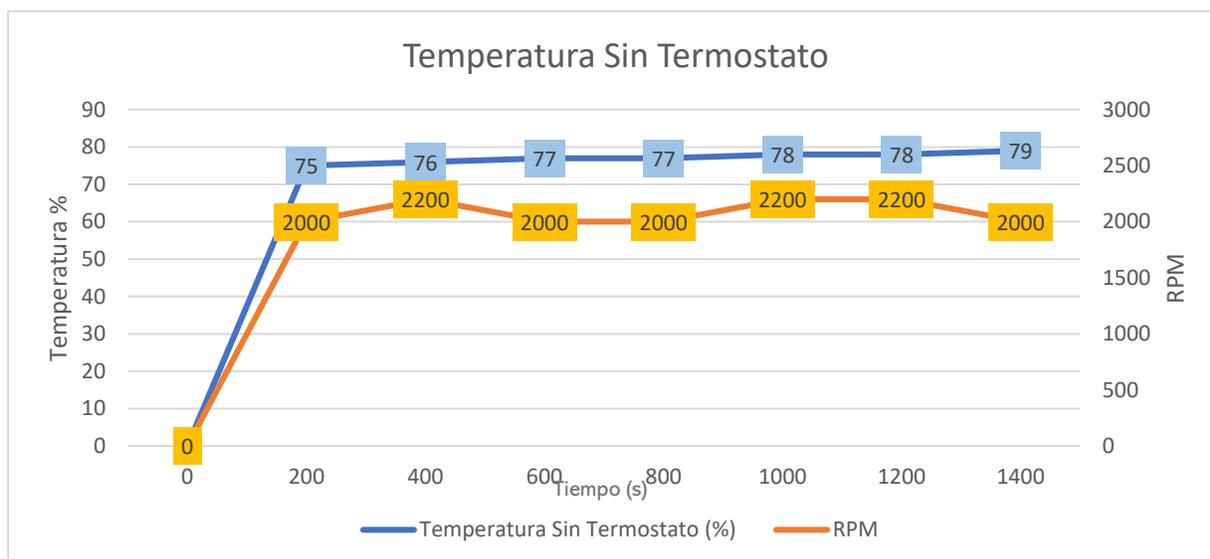
Gráfica Secuencial de la Prueba de Ruta con Termostato



De forma gráfica se puede identificar de mejor manera los diferentes estados de temperatura con sus respectivas revoluciones

Figura 30

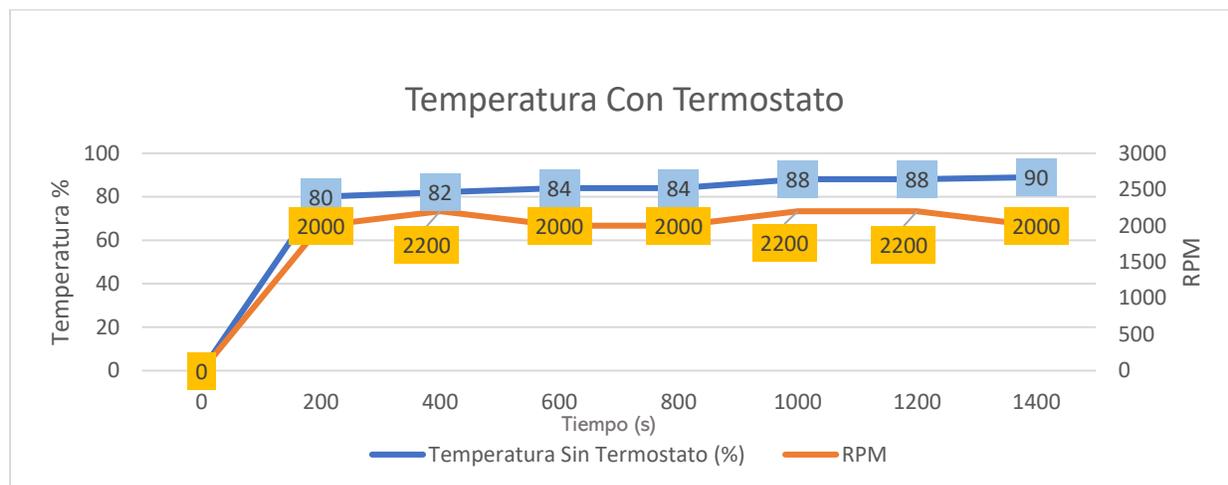
Gráfica Secuencial la Variable Temperatura sin Termostato



De forma gráfica se puede identificar de mejor manera los diferentes estados de temperatura con sus respectivas revoluciones

Figura 31

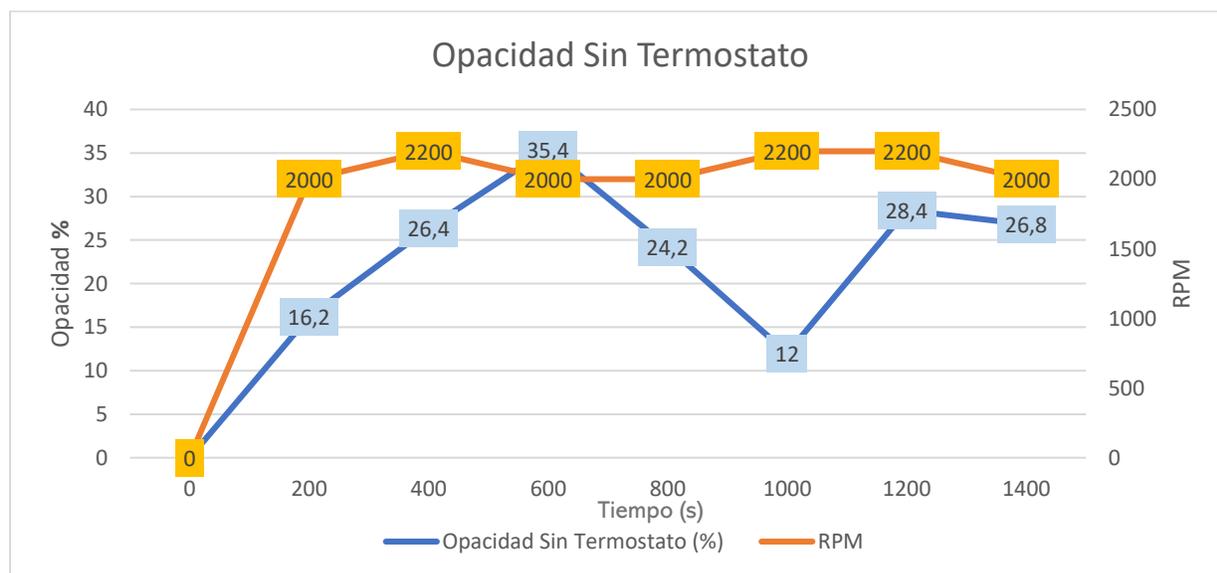
Gráfica Secuencial la Variable Temperatura con Termostato



De forma gráfica se puede identificar de mejor manera los diferentes estados de temperatura con sus respectivas revoluciones

Figura 32

Gráfica Secuencial Variable Opacidad sin Termostato



Se puede visualizar de manera más clara los distintos estados de temperatura y sus correspondientes revoluciones a través de representaciones gráficas, es así que esta herramienta permiten observar de forma precisa cómo varían las temperaturas y las revoluciones, facilitando la identificación de patrones o cambios significativos, así, las gráficas se convierten en un recurso esencial para interpretar y analizar los datos de manera más efectiva, brindando una comprensión más profunda de la relación entre ambas variables.

Figura 33

Gráfica Secuencia Variable Opacidad con Termostato

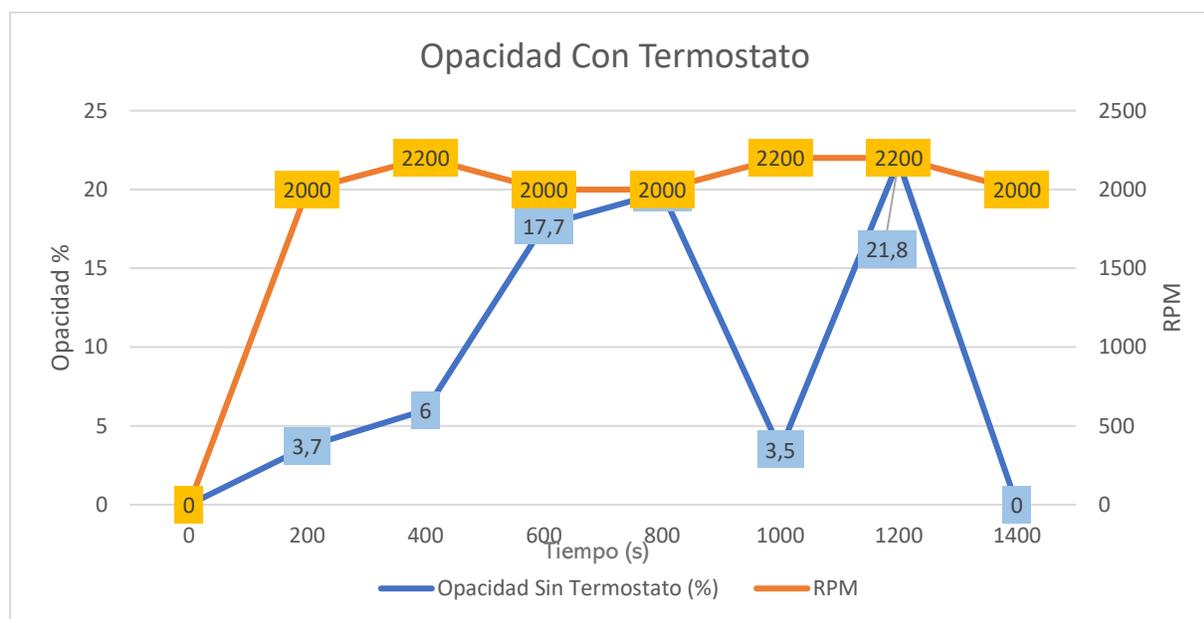


Tabla 10

Parámetros Obtenidos de la Ruta de Conducción Activa

Parámetros	Valor	Parámetros	Valor
Distancia total	11007 m	Aceleración negativa media	5 m/s ²
Tiempo total	1580 s	Desviación estándar de aceleración	4 m/s ²
Tiempo de conducción	1428 s	Des. Estándar de acel. positiva media	2 m/s ²
Tiempo de conducción acelerado	428 s	Aceleración: 75 - 25 Percentil	0 m/s ²
Tiempo de conducción desacelerado		Número de aceleraciones	50
	330s		
Tiempo de frenado	310 s	Aceleraciones por kilómetro	5 km
Tiempo de descanso	330 s	Número de paradas	10
% de tiempo conducido	85 %	Paradas por kilómetro	1 /km
% de crucero	30 %	Duración media de parada	30 s
% de tiempo acelerando	30 %	Distancia media entre paradas	500 m
% de tiempo desacelerando	10 %	Aceleración positiva relativa	5 m/s ²
% de tiempo de frenado	40 %	Energía cinética positiva	1 m/s ²
% de tiempo de Descanso	50 %	Velocidad positiva relativa	5 m/s
Velocidad media (viaje)	33 km/h	Velocidad real relativa	7 m/s
Velocidad de conducción media	60 km/h	Velocidad cuadrada relativa	20 m/s
Desviación estándar de la velocidad	20 km/h	Velocidad positiva cuadrada relativa	10 m/s
Velocidad: 75 - 25 percentil	50 km/h	Velocidad real cuadrada relativa	15 m/s
Velocidad Máxima	120 km/h	Velocidad cúbica relativa	450 m ² /s ²
Aceleración Media	0 m/s ²	Velocidad positiva cúbica relativa	200 m ² /s ²
Aceleración positiva media	1 m/s ²	Velocidad real cúbica relativa	400 m ² /s ²
		Raíz cuadrada media de la aceleración	10 m/s ²

Conclusiones

Se logró emplear la estructura del equipo Opacímetro inalámbrico OPA-300-LT-BT en el vehículo diésel Hyundai H1, asegurando su integración adecuada y funcionalidad óptima. En el proceso, se consideraron meticulosamente factores críticos como el peso y las vibraciones, los cuales son esenciales para garantizar la durabilidad y la precisión del equipo durante su operación, se verificó que la construcción y la instalación cumplieran con la normativa ecuatoriana vigente, asegurando que los niveles de opacidad se mantengan dentro de los límites aceptables establecidos por las autoridades competentes.

Se logró modificar el sistema de refrigeración del motor diésel del Hyundai H1 mediante la remoción del termostato, esta modificación permitió evaluar la influencia e importancia del termostato en mantener una temperatura ideal de trabajo del motor, sin embargo, se observó que la ausencia del termostato resultó en un incremento significativo en los niveles de opacidad del vehículo, lo cual indica una mayor emisión de partículas contaminantes, este aumento en la opacidad sugiere una pérdida de potencia del motor y un incremento en el consumo de combustible, debido a una mezcla más rica en combustible.

Se logró analizar los datos de opacidad obtenidos durante el estudio del comportamiento de un vehículo diésel en diferentes estados de temperatura del motor, aplicando el ciclo de conducción MNEDC (Modified New European Driving Cycle), este análisis permitió evaluar con precisión cómo varían los niveles de emisiones de partículas en distintas fases del ciclo de conducción y en diferentes condiciones térmicas del motor, al comparar los datos de opacidad a lo largo de las pruebas, se identificaron patrones claros que demuestran la influencia de la temperatura del motor en la eficiencia de combustión y en la generación de emisiones.

Recomendaciones

Se recomienda continuar utilizando el equipo Opacímetro inalámbrico OPA-300-LT-BT para monitorear los niveles de opacidad en los vehículos diésel Hyundai H1., verificando periódicamente que la construcción y la instalación del equipo cumplan con la normativa ecuatoriana vigente, asegurando que los niveles de opacidad se mantengan dentro de los límites aceptables establecidos por las autoridades competentes. Esto permitirá un control continuo y preciso de las emisiones de partículas, promoviendo una operación más limpia y eficiente del vehículo.

Se sugiere no usar la remoción del termostato en los motores diésel Hyundai H1, es crucial mantener el termostato en su lugar para asegurar una temperatura de trabajo ideal del motor ya que en caso de remover esta pieza existirá una pérdida de potencia del motor y un incremento en el consumo de combustible debido a una mezcla más rica en combustible. El mantener el termostato que contribuye a una combustión más eficiente y a una reducción en la generación de emisiones contaminantes.

Se recomienda realizar un monitoreo continuo de los niveles de opacidad durante diferentes estados de temperatura del motor, utilizando ciclos de conducción estandarizados como el MNEDC junto a desarrollo de programas de mantenimiento preventivo que aseguren el correcto funcionamiento del sistema de refrigeración y otros componentes críticos, promoviendo una operación más limpia y eficiente del vehículo diésel.

Bibliografía

- Auto Avance*. (2023). <https://www.autoavance.co/equipos-diagnostico-automotriz/opacimetro-automotriz-analizador-brain-bee/>
- Autoytecnica. (2023). *Sistema De Refrigeración De Un Motor*. Obtenido de <https://autoytecnica.com/sistema-de-refrigeracion-de-un-motor/>
- Axmann, H., & Eichberger, B. (2015). *A multi-wavelength opacimeter for NOX and soot*. 2015 9th International Conference on Sensing Technology (ICST).
- BRAIN BEE. (2019). *OPA-300-LT-BT MOTORES DIÉSEL*. Globaltech.
- Calleja, D. G. (2015). *Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diésel*. Paraninfo.
- Centro Zaragoza. (3 de Enero de 2010). *Opacómetro Tekber*. Obtenido de http://www.centro-zaragoza.com:8080/web/sala_prensa/revista_tecnica/hemeroteca/articulos/R43_A12.pdf
- Colcha , F., & Mero , A. (2023). *Determinación de un ciclo de conducción eficiente para la ciudad de Esmeraldas*. Revista Científica Multidisciplinar, 7(2), 1679-1691. Obtenido de https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5428
- Colombia, C. (2019). *¿Qué son las normas Euro y por qué evolucionan?* Obtenido de <https://goo.su/sSmMSe>
- Da Silva, R. (2022). *Hyundai H1 2011 Diesel Mt / En Venta / Da Silva Detailing & Smart Garage*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=OOxv4WMYGoU>
- Diario Oficial de la Unión Europea. (19 de Diciembre de 2018). *Diario Oficial de la Union Europea*. Obtenido de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018D2079&from=EN>
- Domínguez, E., & Ruiz, J. (2019). *Componentes del motor, lubricación y refrigeración*. Editex.
- ElectroDiesel. (2019). *Categorías radiadores*. Obtenido de <https://www.electrodiesel.com.py/categoria/7012/radiadores>

- Electrodiesel. (2023). *Radiadores H1*. Obtenido de <https://www.electrodiesel.com.py/categoria/7012/radiadores>
- ENCENDIDOGANSUR. (2020). *Respuestas*. Obtenido de <https://goo.su/zzvxts>
- Encendidogransur. (2023). *Termostato Hyundai H1*. Obtenido de https://www.encendidogransur.com.ar/MLA-1104334615-termostato-hyundai-h1-minibus-24-16v-i10-12-16v-mlh-egs-_JM
- Globaltech. (1 de Junio de 2021). *OPACÍMETRO BRAIN BEE – OPA-300-LT-BT MOTORES DIÉSEL*. Obtenido de <https://globaltech-car.com/producto/opacimetro-brain-bee-opa-300-lt-bt/>
- Gómez, A. H. (2014). *DESARROLLO DE CICLOS DE CONDUCCION PARA EL ÁREA*. Obtenido de <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/678968ea-8824-461b-871c-9a28e5141655/content>
- Grupoherres. (2023). *¿Qué es un sistema de enfriamiento automotriz y cómo funciona?*
- H. Axmann, A. Bergmann, & B. Eichberger. (1 de Diciembre de 2015). *A multi-wavelength opacimeter for NOX and soot*. Obtenido de <https://www.semanticscholar.org/paper/A-multi-wavelength-opacimeter-for-NOX-and-soot-Axmann-Bergmann/09fabcd8897d75fbd6445c053c1541250d481fea>
- Helloauto. (2023). *Termostato*. Obtenido de <https://helloauto.com/glosario/termostato#:~:text=El%20termostato%20es%20un%20elemento,la%20temperatura%20en%20los%20mismos.>
- Hyundai. (2019). *grand starex 07, hose-radiator upr, 254114h000 (25411-4h000)*. Obtenido de <https://goo.su/jN0bazz>
- J. Kates, E., & E. Luck, W. (1982). *Motores diesel y de gas de alta compresión*.

Laboratorios Eyco. (2020). Obtenido de

<https://www.laboratorioseyco.com/portfolio/calibracion-de-opacidad/>

Ligterink, N. E. (Marzo de 2016). *NEDC (New European Driving Cycle)*. Obtenido de

https://www.researchgate.net/figure/NEDC-New-European-Driving-Cycle_fig4_308201738

Mafla Yopez, C., Benavides Cevallos, C., Hernández Rueda, E., & Ramirez Paredes, F. (2018).

Caracterización y análisis comparativo de biodiesel a base de higuera B10, respecto de diésel comercial de alta calidad. *INNOVA Research Journal*.

Mahle. (2023). *Brainbee*. Obtenido de <https://www.brainbee.mahle.com/brainbee/es/>

Mahle. (2023). *Refrigeración de vehículos*. Obtenido de [https://www.mahle-](https://www.mahle-aftermarket.com/media/homepage/facelift/media-center/klima/es_kompaktwissen_ec_fahrzeugkuehlung.pdf)

[aftermarket.com/media/homepage/facelift/media-](https://www.mahle-aftermarket.com/media/homepage/facelift/media-center/klima/es_kompaktwissen_ec_fahrzeugkuehlung.pdf)

[center/klima/es_kompaktwissen_ec_fahrzeugkuehlung.pdf](https://www.mahle-aftermarket.com/media/homepage/facelift/media-center/klima/es_kompaktwissen_ec_fahrzeugkuehlung.pdf)

Moscardo Fuster, R. (14 de Julio de 2015). Obtenido de

<http://uvadoc.uva.es/handle/10324/13759>

Motorpoint. (s.f.). *Reglamentacion NEDC*. Obtenido de [https://www.motorpoint.com/la-](https://www.motorpoint.com/la-reglamentacion-nedc-new-european-driving-cycle)

[reglamentacion-nedc-new-european-driving-cycle](https://www.motorpoint.com/la-reglamentacion-nedc-new-european-driving-cycle)

Nobert, E. (2020). *NOx emissions of Euro 5 and Euro 6 diesel passenger cars – test results in the*

lab and on the road. Obtenido de https://www.researchgate.net/figure/NEDC-New-European-Driving-Cycle_fig4_308201738

Noroña, M., & Gomez, M. (2019). Desarrollo e innovación de los sistemas mecatrónicos en un

automóvil: una revisión. *Enfoque UTE*.

Oropeza, R. G. (2015). *Los ciclos de manejo, una herramienta útil si es dinámica para evaluar*

el consumo de combustible y las emisiones contaminantes del auto transporte. Obtenido

de

https://www.researchgate.net/publication/237034348_Los_ciclos_de_manejo_una_herramienta_util_si_es_dinamica_para_evaluar_el_consumo_de_combustible_y_las_emisiones_contaminantes_del_auto_transporte

Parlamento Europeo y del Consejo . (2018). *Documento 32018D2079*. Obtenido de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX:32018D2079>

Parlamento Europeo y del Consejo. (1998). *Normativa Europea de Control de las Emisiones Contaminantes de los Vehículos en la Unión Europea*. Obtenido de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX%3A31998L0069>

Pastrana, G. (2023). *Qué Es El Opacómetro*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/453224479/Que-es-el-Opacimetro>

Politecnico Di Torino. (15 de Marzo de 2018). Obtenido de <https://webthesis.biblio.polito.it/7058/1/tesi.pdf>

Ramírez, O. (2021). *Determinación de la calidad del aire producto de la combustión del parque automotor a diesel en base a la modelación de datos obtenidos en investigaciones con el opacómetro en la ciudad de Latacunga*.

Revistaautocrash. (2019). *¿Qué son las normas Euro y por qué evolucionan?* Obtenido de <https://www.revistaautocrash.com/que-son-las-normas-euro-y-por-que-evolucionan/>

Reynasa. (10 de Noviembre de 2020). *Opacómetro: la máquina esencial para controlar las emisiones de los diésel*. Obtenido de <https://www.reynasa.es/opacimetro-para-controlar-las-emisiones-de-los-diesel/#:~:text=Los%20opacímetros%20son%20máquinas%20que,de%20humos%20en%20vehículos%20diésel.>

Rodrigo, J. Á. (2010). *Opacómetro Tekber*.

Saikia, N., Sakunthalai, R., & Chakradhar, M. (2017). Effects of high cetane diesel on combustion, performance, and emissions of heavy-duty diesel engine. *Springer Link*.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales . (4 de Julio de 2006). Obtenido de

http://www.puntofocal.gov.ar/notific_otros_miembros/mex116_t.pdf

Silva, R. D. (2022). *Hyundai H1 2011 Diesel Mt*. Obtenido de

<https://youtu.be/OOxv4WMYGoU>

Sparekorea. (2023). *HYUNDAI H1*. Obtenido de

<https://www.sparekorea.com/product/parts/645967>

Valeo. (27 de 7 de 2023). *Bomba centrifuga - Bombas de agua motor de carro*. Obtenido de

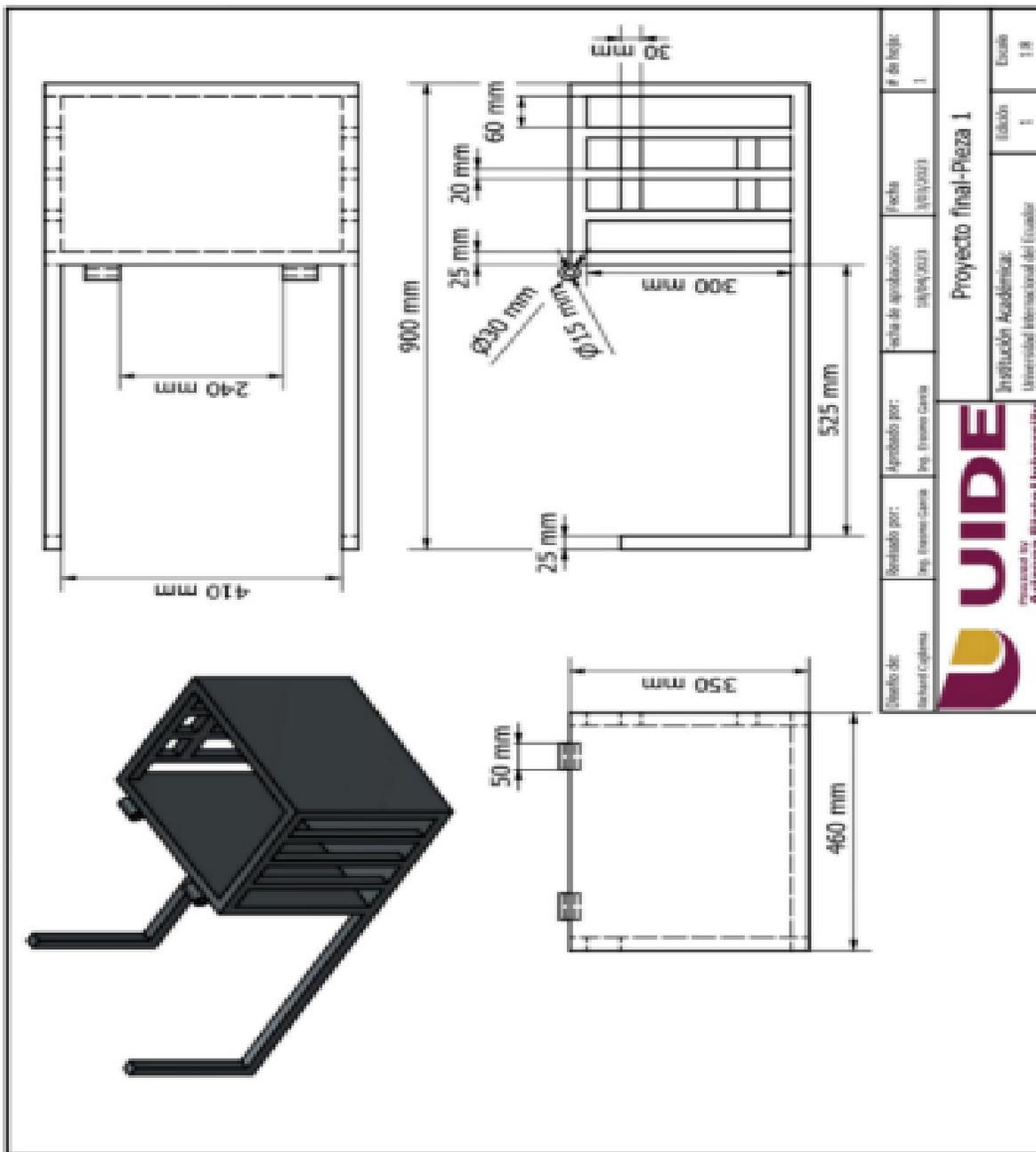
<https://www.valeoservice.mx/es-mx/passenger-car/enfriamiento-de-motor/bombas-de-agua#:~:text=La%20bomba%20de%20agua%20es,la%20activación%20de%20la%20bomba.>

Vera, J. A. (2018). Análisis de opacidad del motor J3 del Hyundai Terracan GL Ex CRDI en el uso de combustible diésel de diferentes proveedores. *Repositorio UIDE*.

Anexos

Anexo a

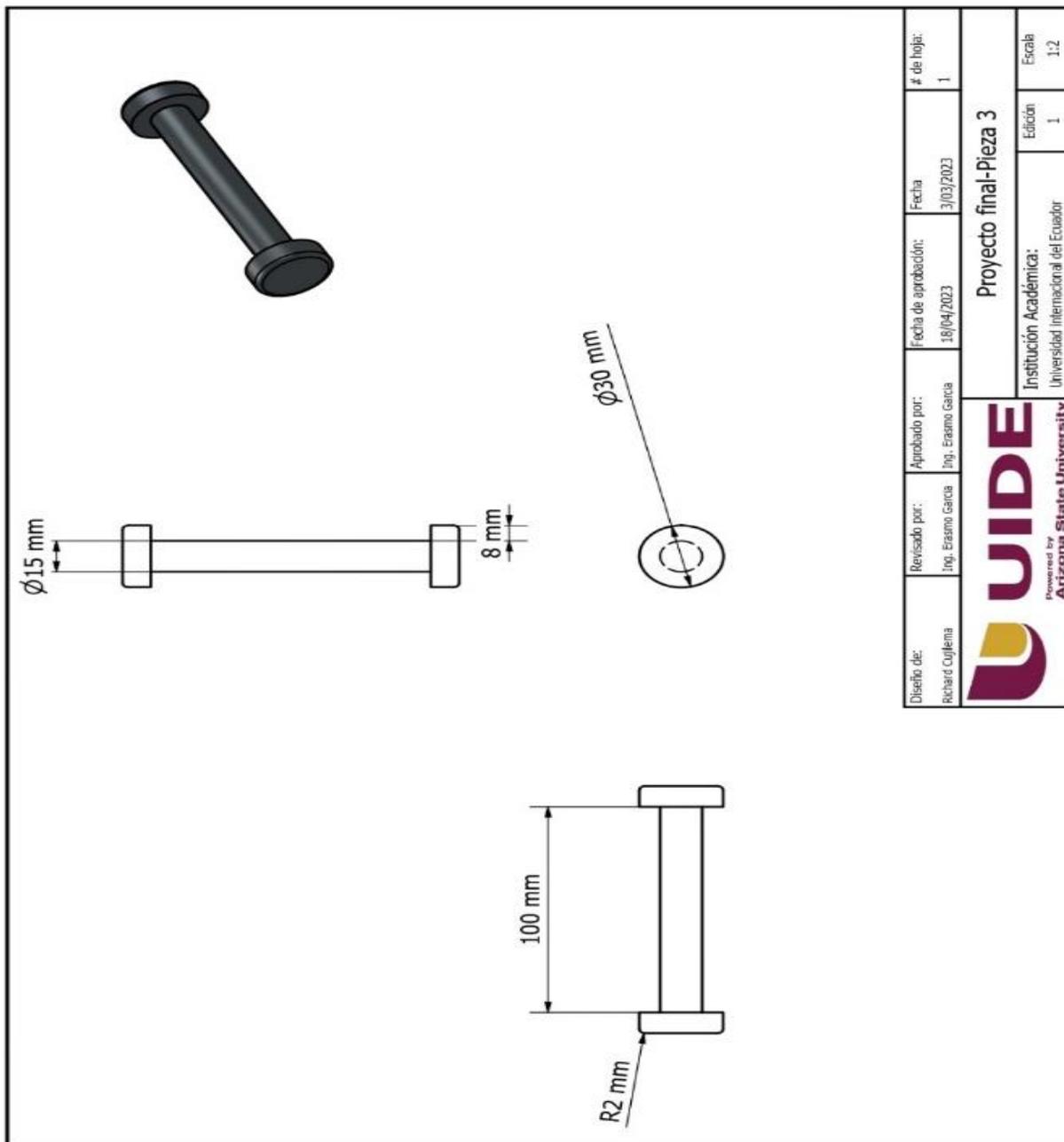
Diseño de Estructura – AutoCAD 1



Nota: Diseño de la estructura para el equipo abordo

Anexo b

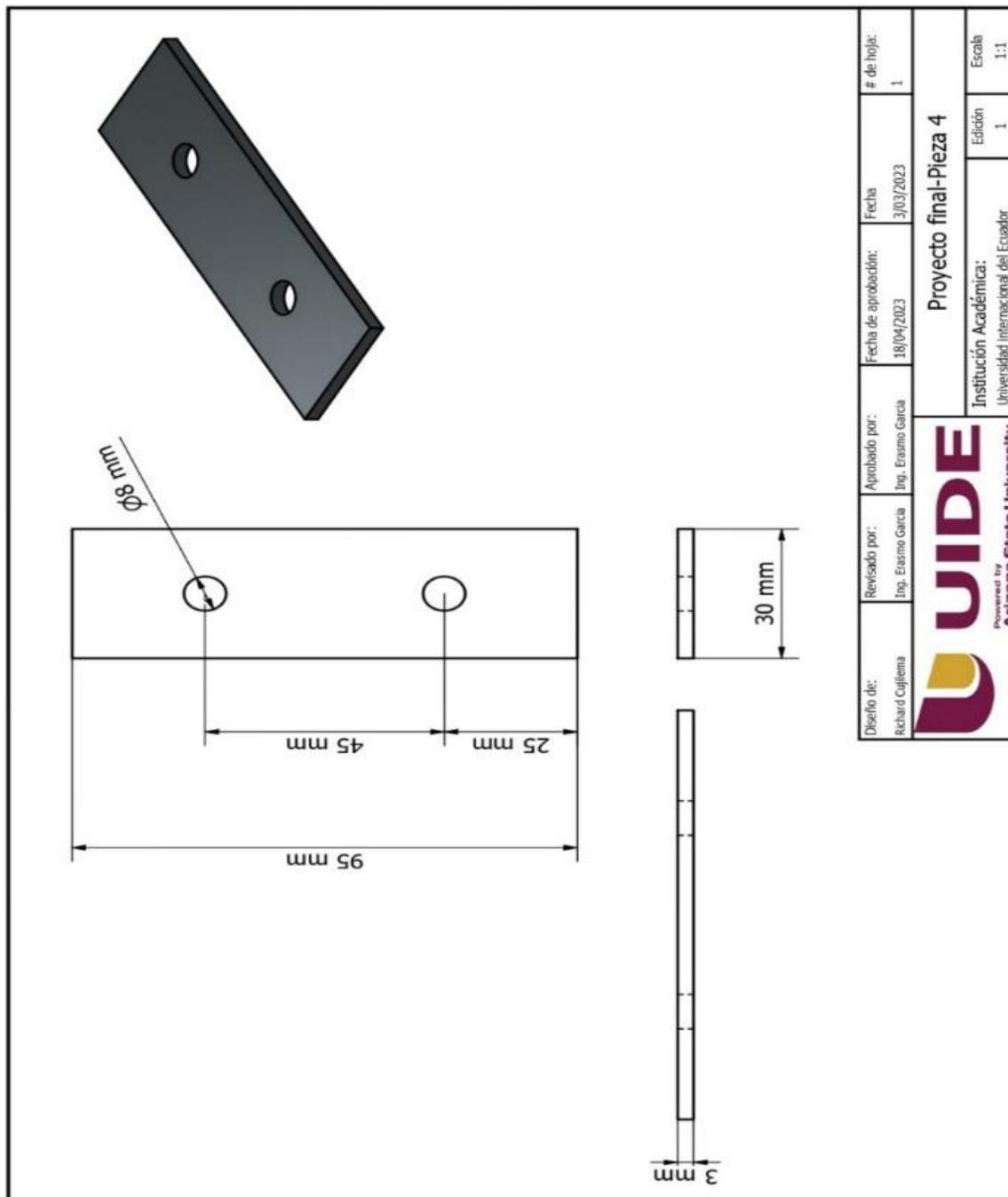
Diseño de la Estructura – AutoCAD 2



Nota: Diseño de la estructura de las bisagras de unión con el cuerpo de la estructura.

Anexo c

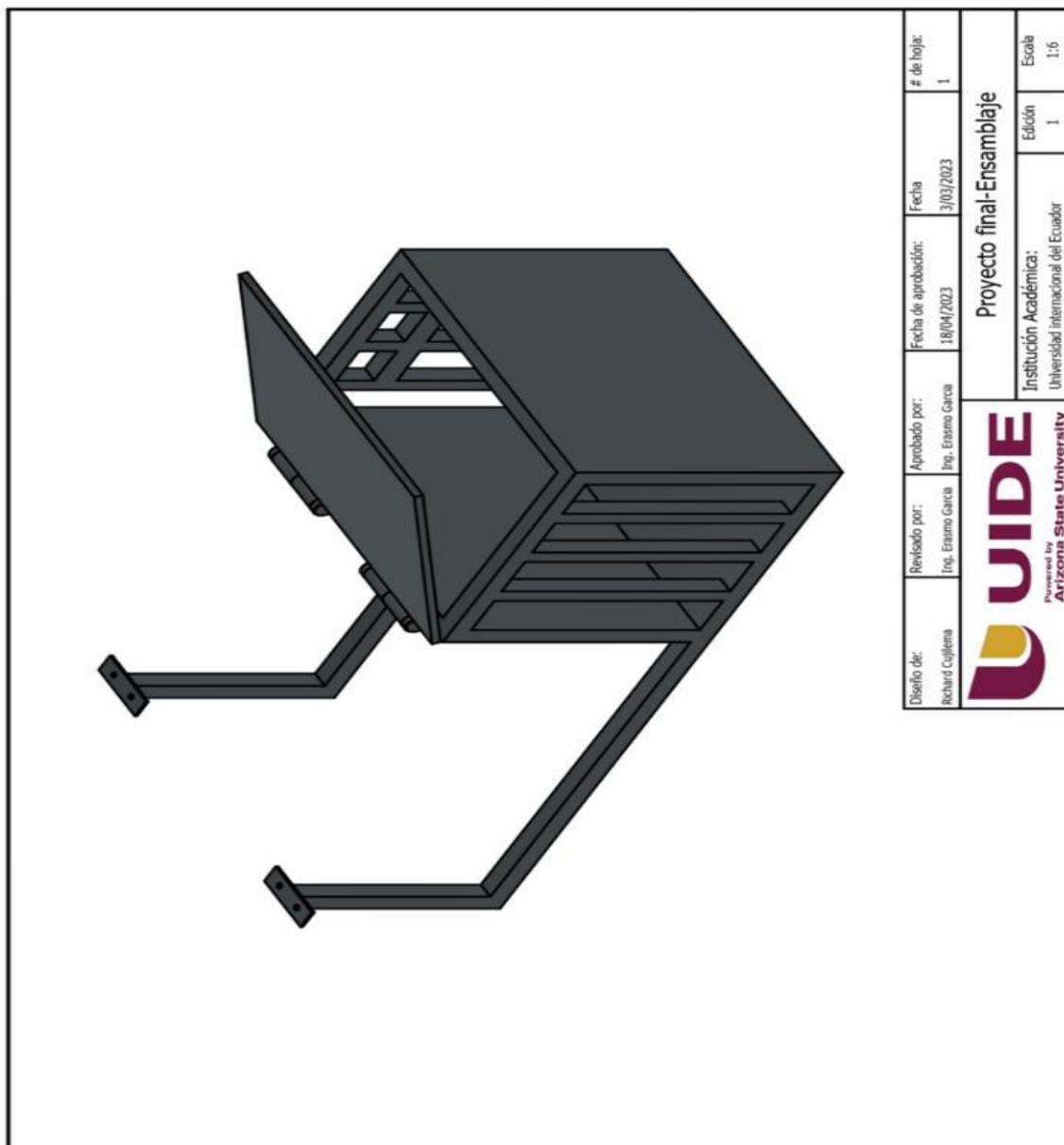
Diseño de la Estructura – AutoCAD 3



Nota: Diseño de la estructura de las bases de sujeción del cuerpo de la estructura.

Anexo d

Diseño de la Estructura – Autodesk Inventor



Nota: Diseño de la estructura acabado final en Autodesk Inventor.

Anexo e

Tabla de Resultado Sin Termostato un Mayor Valor de Opacidad

TEST OFICIAL - RESULTADOS DE LA PRUEBA				PARA SALIR	ESC
				OPACIDAD	
ACELERACIÓN	1	: =	6.2 [%]	F1	
ACELERACIÓN	2	: =	16.4 [%]	F2	
ACELERACIÓN	3	: =	30.4 [%]	F3	
ACELERACIÓN	4	: =	65.4 [%]	F4	
ACELERACIÓN	5	: =	4.1 [%]	F5	
ACELERACIÓN	6	: =	6.0 [%]	F6	
ACELERACIÓN	7	: =	12.0 [%]	F7	
ACELERACIÓN	8	: =	8.3 [%]	F8	
ACELERACIÓN	9	: =	16.9 [%]		
DIFERENCIA OPACIDAD		: =	12.8 [%]		
VALOR PROMEDIO		: =	-- [%]		
RESULTADO DEL TEST				RECHAZADO	
EXAMINADOR :	Cujilema				

Anexo f

Tabla de Resultado de Ruta con Termostato Disminución de la Opacidad

TEST OFICIAL - RESULTADOS DE LA PRUEBA				PARA SALIR	ESC
				OPACIDAD	
ACELERACIÓN	1	: =	27.7 [%]	F1	
ACELERACIÓN	2	: =	33.8 [%]	F2	
ACELERACIÓN	3	: =	17.7 [%]	F3	
ACELERACIÓN	4	: =	21.9 [%]	F4	
ACELERACIÓN	5	: =	3.5 * [%]	F5	
ACELERACIÓN	6	: =	3.5 * [%]	F6	
ACELERACIÓN	7	: =	3.8 * [%]	F7	
ACELERACIÓN	8	: =	3.4 * [%]	F8	
ACELERACIÓN	9	: =	3.0 * [%]		
DIFERENCIA OPACIDAD		: =	0.8 [%]		
VALOR PROMEDIO		: =	3.4 [%]		
RESULTADO DEL TEST				APROBADO SIN FALTAS	
EXAMINADOR :	Cujilema				

