

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO “MARIANO SAMANIEGO”



Trabajo de Fin de Titulación para la obtención del título en Mecánica Automotriz

Tema: "Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar".

Trabajo de tesis presentado por:	Rueda Valarezo, Adrián Samael Guitara Cuenca, Wrayner Marcelo
Director/a:	Chamba Cumbicos, Dany Fabian
Fecha:	23/Octubre/2024

Cariamanga- Loja - Ecuador

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

I

CERTIFICACIÓN

En calidad de Tutor sobre el tema: "Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"; del Señor/es **Rueda Valarezo, Adrián Samael y Guaitara Cuenca, Wrayner Marcelo**. Egresados de la carrera de Tecnología en **Mecánica Automotriz** del Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego, certifico que dicho trabajo de Graduación cumple con todos los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Grado, para su correspondiente revisión, estudio y calificación.

Cariamanga 23 de Octubre del 2024



Firmado electrónicamente por:
**DANNY FABIAN CHAMBA
CUMBICUS**

Ing. Chamba Cumbicos, Dany Fabian
Director

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

II

DECLARATORIA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los criterios emitidos en el trabajo de proyecto de titulación "**Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar**", como también los contenidos descritos en este trabajo son de responsabilidad del autor.

Yo, **Rueda Valarezo, Adrián Samael** 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; Así, como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y propuestas son de responsabilidad del autor.



Adrián Samael Rueda Valarezo

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

III

DECLARATORIA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los criterios emitidos en el trabajo de proyecto de titulación "**Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar**", como también los contenidos descritos en este trabajo son de responsabilidad del autor.

Yo, **Guaitara Cuenca, Wrayner Marcelo** 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; Así, como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y propuestas son de responsabilidad del autor.



Wrayner Marcelo Guaitara Cuenca

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

IV

AUTORIZACIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Autorizamos al Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego, para que haga uso de este proyecto de tesis un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, siguiendo estrictamente las normas de la Institución.

Cedemos los derechos del trabajo de fin de titulación para fines de difusión pública, creación de artículos académicos, respetando el principio de la Educación Superior de no apremiar el beneficio económico y se realice respetando nuestros derechos de autor.



Adrián Samuel Rueda Valarezo

CI. 1106230947



Wrayner Marcelo Guaitara Cuenca

CI.1104358252

Cariamanga 23 de Octubre del 2024

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

V

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a Dios ya que gracias he podido logrado culminar mi carrera siendo mi guía y apoyo durante este proceso.

A mi madre, porque ella siempre estuvo a mi lado brindándome sus consejos y de su tiempo para hacer de mí una mejor persona, a mis hermanos por ser un gran pilar fundamental en esta etapa de mi vida.

Esta tesis va dedicada al Instituto Tecnológico Superior Mariano Samaniego por haberme permitido estudiar en esta digna institución, a sus docentes por impartirme de sus sabios conocimientos y poderme ayudar a lograr uno de mis sueños, a mis compañeros, amigos y todas aquellas personas que de u otra manera a contribuido para el logro de mis objetivos.

Adrián Rueda Valarezo

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

VI

Dedico primeramente mi tesis a Dios por guiarme por darme salud y fuerza para poder culminar mi carrera profesional.

Dedico a mi madre por darme su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años por haberme apoyado en toda mi carrera brindándome su apoyo y sus consejos para así poder ser mejor día a día.

Dedico mi tesis al "Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego" por darme la oportunidad de estudiar en esta digna institución y compartirme sus mejores conocimientos para así ser mejor cada día en nuestro ámbito profesional.

Dedico a mis amigos y compañeros quienes sin esperar nada a cambio nos compartieron sus conocimientos y ayuda mutua para así poder lograr culminar nuestra carrera profesional.

Wrayner Guaitara Cuenca

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

VII

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco al Instituto Tecnológico Superior Mariano Samaniego por haberme aceptado y haberme brindado sus conocimientos en este proceso educativo que ha sido de gran apoyo para lograr una más de mis metas.

Agradezco a mi querida madre por ser mi pilar fundamental y por su gran apoyo durante este proceso, tu compañía ha sido mi mayor motivación para seguir adelante y no rendirme, muchas gracias por creer en tu hijo, hoy lo logro.

Y para finalizar también agradezco a todos mis amigos de clases por ese compañerismo mostrado y apoyo moral cuando lo requería han permitido llegar hasta hoy.

Adrián Rueda Valarezo

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

VIII

Agradezco a Dios por ser el inspirador y darnos fuerzas para guiarme por el camino del bien y darme mucha sabiduría para lograr mis objetivos en mi etapa de estudio. Agradezco a mi madre por haberme apoyado desde el inicio de mi carrera por estar ahí cuando mas necesite de su apoyo y así mismo darle gracias por darme ánimos cuando ya me sentía derrotado y hacerme una gran persona en la vida.

Agradezco mis hermanos por estar siempre presentes acompañándonos, dándome su apoyo moral a lo largo de mi etapa de estudio ya que con su apoyo he logrado llegar a culminar mi etapa de estudio y ser una mejor persona.

Agradezco al Instituto Tecnológico Superior Mariano Samaniego por haberme acogido y así mismo agradecer a los Docentes por haberme enseñado a lo largo de mi carrera sus conocimientos para ser un gran profesional así mismo agradecer a mis compañeros por apoyarnos en todos los 5 ciclos por ser un solo equipo para lograr pasar todos nuestros obstáculos para así lograr culminar con mi carrera.

Wrayner Guaitara Cuenca

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo identificar las características de las emisiones de gases de escape en los motores 2TR y C22NE, considerando el impacto de posibles fallas en los sistemas de admisión y escape a una altitud de 2060 metros sobre el nivel del mar. La altitud afecta significativamente el proceso de combustión, modificando la concentración y proporción de gases como NO_x (óxidos de nitrógeno), HC (hidrocarburos no quemados), O₂ (oxígeno) y CO₂ (dióxido de carbono). Las fallas en estos sistemas pueden generar un aumento en las emisiones de NO_x debido a combustiones incompletas a altas temperaturas, así como un incremento de HC por insuficiencia de aire en la mezcla. De igual forma, un aporte inadecuado de oxígeno reduce la eficiencia del motor y aumenta la generación de CO₂.

Para obtener datos precisos, se realizaron pruebas con un analizador de gases portátil AGS-688, un dispositivo comúnmente empleado en la revisión vehicular de Ecuador. Este analizador permite medir de manera efectiva las concentraciones de gases contaminantes en tiempo real, lo que es crucial para evaluar el desempeño de los motores en condiciones de operación variadas. Las pruebas se llevaron a cabo en dos vehículos con diferentes niveles de kilometraje, bajo condiciones de ralentí y aceleración a distintas RPM.

Los resultados permitieron realizar un análisis estadístico de las variaciones en las emisiones de NO_x, HC, O₂ y CO₂ entre ambos vehículos. Además, los valores obtenidos se compararon con los de otros vehículos con características similares, identificando tanto emisiones dentro de los rangos normales como desviaciones significativas. Este estudio aporta

información relevante para mejorar el desempeño del motor y mitigar los efectos de las emisiones contaminantes sobre el medio ambiente y la salud a grandes altitudes.

Se seleccionaron diferentes niveles de kilometraje para este análisis con el fin de observar cómo el desgaste y el mantenimiento de los motores influyen en las emisiones de gases contaminantes. Un vehículo con un kilometraje más alto puede presentar un mayor nivel de desgaste en sus componentes, lo que podría afectar la eficiencia de combustión y, en consecuencia, alterar las emisiones de NO_x, HC, O₂ y CO₂. Los resultados permitieron realizar un análisis estadístico de las variaciones en las emisiones entre ambos vehículos. Además, los valores obtenidos se compararon con los de otros vehículos con características similares, identificando tanto emisiones dentro de los rangos normales como desviaciones significativas. Este estudio aporta información relevante para mejorar el desempeño del motor y mitigar los efectos de las emisiones contaminantes sobre el medio ambiente y la salud a grandes altitudes.

Palabras Claves

- Motores 2TR y C22NE
- NO_x (Óxidos de nitrógeno)
- HC (Hidrocarburos no quemados)
- O₂ (Oxígeno)
- CO₂ (Dióxido de carbono)
- deficiente
- Altitud (2060 metros sobre el nivel del mar)
- Aceleración y ralenti
- Impacto ambiental
- Salud humana
- Análisis estadístico
- Eficiencia del motor

ABSTRACT

This research aims to identify the characteristics of exhaust gas emissions in 2TR and C22NE engines, considering the impact of potential failures in the intake and exhaust systems at an altitude of 2060 meters above sea level. The altitude significantly affects the combustion process, altering the concentration and proportion of pollutants such as NO_x (nitrogen oxides), HC (unburned hydrocarbons), O₂ (oxygen), and CO₂ (carbon dioxide). Failures in these systems can lead to increased NO_x emissions due to incomplete combustion at high temperatures and a rise in HC emissions due to insufficient air in the mixture. Additionally, inadequate oxygen supply reduces engine efficiency, resulting in higher CO₂ generation.

Data was collected using a portable gas analyzer AGS-688, commonly employed in vehicle inspections in Ecuador, allowing for real-time measurement of pollutant concentrations. Testing was conducted on two vehicles with varying mileage levels under idle and acceleration conditions at different RPMs. Statistical analysis of the variations in NO_x, HC, O₂, and CO₂ emissions between the vehicles was performed. Different mileage levels were selected to observe how wear and maintenance influence emissions. The findings were compared with other vehicles of similar characteristics, identifying both emissions within normal ranges and significant deviations. This study provides valuable insights for improving engine performance and mitigating the environmental and health impacts of pollutant emissions at high altitudes.

Keywords

NO_x - HC - O₂ - CO₂ - Deficient - Altitude - Acceleration and idle - Environmental impact - Human health - Statistical análisis- Engine efficiency

INDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	I
DECLARATORIA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	II
DECLARATORIA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	III
AUTORIZACIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL.....	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VII
RESUMEN	IX
ABSTRACT.....	XI
INDICE DE CONTENIDOS	XII
.....	6
CAPÍTULO I	6
1. INTRODUCCIÓN	7
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
3. OBJETIVOS.....	11
3.1 OBJETIVO GENERAL	11
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.	11
4. JUSTIFICACIÓN	12

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

XIII

5. MARCO TEORICO	14
CAPÍTULO II	35
1. Motor C22NE	42
Aplicaciones.....	44
Uso: Es ideal para vehículos utilitarios y todoterreno, proporcionando suficiente potencia para tareas diarias y enfrentando condiciones exigentes con eficacia.....	44
2. Motor 2TR.....	45
3. Analizador de Gases.....	45
.....	46
CAPÍTULO III.....	46
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	47
La investigación, tiene como finalidad dar a conocer los procesos de identificación de fallas dentro de vehículos en base a las emisiones de gases para de esta manera generar un manual que sirva de pauta para la determinación de averías en los sensores que conforman los sistemas de admisión de y escape de los motores C22NE Y 2TR.....	47
1.5. Sensores de Sistemas de Escape.	52
CAPÍTULO IV.....	56
2. ANÁLISIS DE RESULTADOS	57
2.1 Interpretación de resultados Motor C22NE.....	57

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

XIV

Por medio de la investigación de campo y bibliográfica se recabo la información mostrada a continuación en las siguientes tablas:..... 57

CAPITULO V 72

3. Discusión: 73

CONCLUSIONES 87

RECOMENDACIONES..... 88

3. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 89

Bibliografía 89

ANEXOS 95

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

	1
Figura 1 Bomba de Combustible del motor C22NE.	21
Figura 2 Filtro de Combustible.....	22
Figura 3 Inyector.....	23
Figura 4 Regulador de presión de combustible.	24
Figura 5 Sensor de oxígeno.	25
Figura 6 Datos del motor C22NE.	58
Figura 7 Datos del Sensor MAP defectuoso.....	59
Figura 8 Datos del Sensor IAT defectuoso.	61
Figura 9 Datos de la Válvula IAC defectuosa	62
Figura 10 Datos del sensor de oxígeno con defectuoso.....	64
Figura 11 Datos del motor 2TR en óptimas condiciones.....	65
Figura 12 Grafica del sensor MAF del motor 2TR defectuoso	67
Figura 13 Datos de valvula con defecto IAC.....	68
Figura 14 Datos de sensor TPS defectuoso	70
Figura 15 Sensor de Oxígeno.....	71
Figura 16 Grafica de Barras Motor C22NE.....	73
Figura 17 Sensor MAF	73
Figura 18 Grafica de barras Sensor de Temperatura del Aire de Admisión (IAT	74
Figura 19 Válvula IAC	76
Figura 20 Sensor de Oxígeno.....	77
Figura 21 Motor 2TR.....	78
Figura 22 Sensor MAF	79

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

2

Figura 23 Válvula IAC	80
Figura 24 Sensor TPS	82
Figura 25 Sensor de Oxígeno.....	83

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

3

Tabla 1 Especificaciones Motor C22NE.....	42
Tabla 2 Especificaciones Motor 2TR.....	44
Tabla 3 Motor C22N3.....	49
Tabla 4 Sensor MAP defectuoso.....	50
Tabla 5 Sensor IAT defectuoso.....	51
Tabla 6 Válvula IAC.....	51
Tabla 7 Sensor de Oxigeno	52
Tabla 8 Motor 2TR.Autor	53
Tabla 9 Sensor MAF.....	53
Tabla 10 Válvula IAC.....	54
Tabla 11 Sensor TPS.....	55
Tabla 12 Sensor de Oxigeno.....	55
Tabla 13 Interpretación de resultados Motor C22NE	58
Tabla 14 Sensor MAP.....	59
Tabla 15 Sensor de Temperatura del Aire de Admisión (IAT).....	60
Tabla 16 Sensor IAT defectuoso.....	61
Tabla 17 Sensor de Oxigeno	63
Tabla 18 Motor 2TR	65
Tabla 19 Sensor MAF	66
Tabla 20 Válvula IAC.....	68
Tabla 21 Sensor TPS.....	69
Tabla 23 Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2204:2014.....	86

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

4

Tabla 24 DATOS: 1 MOTOR C22NE EN ESTANDARES NORMALES	95
Tabla 25 DATOS: MOTOR C22NE FUERA DE LOS ESTANDARES NORMALES	95
Tabla 26 SENSOR MAP EN ESTANDARES NORMALES C22NE	96
Tabla 27 . SENSOR MAP EN ESTANDARES NO PERMITIDOS C22NE	96
Tabla 28. SENSOR IAT EN ESTANDARES NORMALES C22NE	97
Tabla 29. SENSOR (IAT) DEFECTUOSO FUERA DE LOS ESTANDARES PERMITIDOS C22NE	97
Tabla 30. 25 VALVULA IAC EN ESTANDARES NORMALES C22NE	98
Tabla 31. 25 VALVULA IAC DEFECTUOSA FUERA DE LOS ESTANDARES PERMITIDOS C22NE	98
Tabla 32. SENSOR DE OXIGENO EN ESTANDARES NORMALES DEL C22NE	99
Tabla 33. SENSOR DE OXIGENO DEFECTUOSO EN ESTANDARES NO PERMITIDOS DEL C22NE	99
Tabla 34. MOTOR 2TR EN ESTANDARES PERMITIDOS	100
Tabla 35. MOTOR 2TR DEFECTUOSO FUERA DE LOS ESTANDARES PERMITIDOS	100
Tabla 36. SENSOR MAF DEL MOTOR 2TR EN LOS ESTANDARES PERMITIDOS	101
Tabla 37. SENSOR MAF DEFECTUOSO DEL MOTOR 2TR FUERA DE LOS ESTANDARES PERMITIDOS	101

Tabla 38. VALVULA IAC DEL MOTOR 2TR CON ESTANDARES PERMITIDOS.....	102
Tabla 39. VALVULA IAC DEFECTUOSA DEL MOTOR 2TR FUERA DE LOS ESTANDARES PERMITIDOS.....	102
Tabla 40. SENSOR TPS DEL MOTOR 2TR EN LOS ESTANDARES NORMALES PERMITIDOS.....	103
Tabla 41. SENSOR TPS DEFECTUOSO DEL MOTOR 2TR FUERA DE LOS PARAMETROS ESTABLECIDOS.....	103
Tabla 42. SENSOR DE OXIGENO DEL MOTOR 2TR EN ESTANDARES PERMITIDOS.....	104
Tabla 43. SENSOR DE OXIGENO DEL MOTOR 2TR DEFECTUOSO FUERA DE LOS ESTANDARES PERMITIDOS	104

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

La creciente preocupación por el impacto ambiental de las emisiones de gases contaminantes ha impulsado la investigación sobre la eficiencia de los motores de combustión interna y su contribución al deterioro ambiental y la salud pública. En este contexto, los motores 2TR y C22NE, ampliamente utilizados en el sector automotriz, representan una fuente significativa de emisiones, especialmente en condiciones de funcionamiento anómalas. Las fallas en los sistemas de admisión y escape pueden alterar la mezcla aire-combustible, provocando variaciones en la eficiencia del motor y aumentando la producción de contaminantes como los óxidos de nitrógeno (NO_x), hidrocarburos no quemados (HC), oxígeno (O₂) y dióxido de carbono (CO₂).

Un aspecto crítico en el análisis de estas emisiones es la influencia de la altitud. A 2060 metros sobre el nivel del mar, la menor concentración de oxígeno disponible modifica las condiciones de combustión, impactando la eficiencia energética del motor y aumentando el riesgo de emisiones contaminantes. Las condiciones adversas derivadas de esta altitud, combinadas con averías en los sistemas de admisión y escape, generan desafíos adicionales para mantener las emisiones dentro de los límites establecidos por las normativas ambientales.

Este trabajo tiene como objetivo identificar y caracterizar las emisiones de gases de escape generadas por los motores 2TR y C22NE bajo diferentes condiciones operativas, incluyendo ralentí y aceleración a distintas RPM. Además, se analizan los efectos de posibles averías mecánicas en las emisiones, comparando los resultados entre vehículos con distinto kilometraje y con estándares de otros motores de características similares. Para ello, se utilizaron equipos de análisis portátil de gases, permitiendo obtener datos precisos sobre las concentraciones de NO_x, HC, O₂ y CO₂.

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

8

La importancia de esta investigación radica en aportar datos relevantes para la mejora del rendimiento del motor en condiciones de altitud, así como para la mitigación de las emisiones contaminantes. Los hallazgos de este estudio contribuirán al desarrollo de estrategias que reduzcan el impacto ambiental y los riesgos para la salud, apoyando así la sostenibilidad en el sector automotriz y el cumplimiento de las normativas ambientales vigentes.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cómo afectan las fallas en los sistemas de admisión y escape a las características de las emisiones de gases contaminantes (NO_x, HC, O₂ y CO₂) de los motores 2TR y C22NE operando a 2060 metros sobre el nivel del mar, ¿y qué implicaciones tienen estas emisiones para el medio ambiente y la salud pública?

La emisión de gases contaminantes por parte de los motores de combustión interna es una de las principales fuentes de deterioro ambiental y problemas de salud pública en todo el mundo. En particular, los motores **2TR** y **C22NE**, utilizados ampliamente en el sector automotriz, generan importantes cantidades de **óxidos de nitrógeno (NO_x)**, **hidrocarburos no quemados (HC)**, **oxígeno (O₂)** y **dióxido de carbono (CO₂)**, especialmente en condiciones de operación subóptimas. Las fallas en los sistemas de **admisión y escape** pueden exacerbar estas emisiones, comprometiendo la eficiencia de la combustión y contribuyendo a un aumento en los niveles de contaminación del aire.

A altitudes elevadas, como los **2060 metros sobre el nivel del mar**, la menor concentración de oxígeno en el aire afecta aún más el rendimiento de estos motores, lo que puede llevar a emisiones más elevadas de contaminantes. Sin embargo, existe una falta de información detallada y específica sobre cómo estas variables interrelacionadas impactan la calidad del aire y la salud pública. Por lo tanto, es crucial investigar y comprender las características de las emisiones de gases de escape de los motores 2TR y C22NE en estas condiciones, así como las implicaciones de las fallas mecánicas en los sistemas de admisión y escape.

La solución a la interrogante sobre el impacto de las fallas en los sistemas de admisión y escape de los motores 2TR y C22NE, a una altitud de 2060 metros sobre el nivel del mar,

implica la implementación de un mantenimiento preventivo regular y un monitoreo sistemático de las emisiones. Estas fallas pueden generar una mezcla de aire-combustible inadecuada, lo que reduce la eficiencia de la combustión y, en consecuencia, incrementa las emisiones de NOx y HC. La menor densidad del aire a esta altitud agrava el problema al reducir la disponibilidad de oxígeno. Por lo tanto, es esencial realizar un mantenimiento continuo de los sistemas de admisión y escape para asegurar su correcto funcionamiento y minimizar las emisiones contaminantes. Se recomienda el uso de analizadores de gases, como el AGS-688, para llevar a cabo pruebas periódicas y detectar desviaciones en las emisiones, lo que permitirá tomar acciones correctivas a tiempo. Estas estrategias no solo mejorarán el rendimiento de los motores, sino que también contribuirán a la reducción de los impactos ambientales y en la salud pública, asegurando un aire más limpio y saludable para las comunidades afectadas.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Análisis de las emisiones de los motores 2TR y C22NE para la determinación de fallas en los sistemas de admisión y escape acorde a la variación del porcentaje de cada gas emitido.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Examinar las emisiones de gases de escape de los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar, evaluando los efectos de las averías en el sistema de admisión y escape.
- Detectar las variaciones en las concentraciones de gases contaminantes (CO, NOx, HC) provocadas por fallos en el sistema de admisión y escape en ambos motores.
- Proponer soluciones técnicas para reducir las emisiones de gases nocivos generadas por las averías en los sistemas de admisión y escape de los motores.

4. JUSTIFICACIÓN

La identificación de las emisiones de escape asociadas a fallas en los sistemas de admisión y escape de los motores 2TR y C22NE a 2060 msnm es esencial, ya que la menor presión atmosférica afecta la entrada de aire, modificando la mezcla aire-combustible y comprometiendo la eficiencia de la combustión. En estas condiciones, averías como sensores MAF defectuosos, válvulas EGR inoperativas o catalizadores degradados incrementan las emisiones de CO (por mezcla rica), HC (por combustión incompleta) y NOx (por altas temperaturas). Mientras el 2TR-FE puede compensar parcialmente estos efectos mediante control electrónico, el C22NE, con una gestión menos avanzada, es más vulnerable a fallos, afectando tanto el rendimiento como las emisiones. En contextos internacionales, normativas como euro 6 y EPA Tier 3 establecen límites estrictos para estos contaminantes, evaluando su comportamiento a través de ciclos WLTP y FTP-75, que consideran fases como ralentí, aceleración y carga constante. Sin embargo, dichas regulaciones no contemplan las condiciones de altitud, lo que resalta la importancia de adaptar las estrategias de calibración y diagnóstico en regiones montañosas para asegurar la eficiencia del motor y el cumplimiento ambiental, armonizando los estándares locales con los internacionales puede estar relacionado a varias normativas ambientales:

- **Impacto Ambiental:** Los gases de escape de los motores son una de las principales fuentes de contaminación atmosférica, contribuyendo a problemas como el smog, el cambio climático y la degradación de la calidad del aire. Identificar y caracterizar las emisiones resultantes de fallas en estos sistemas permitirá implementar medidas efectivas para mitigar su impacto ambiental.

- **Salud Pública:** Las emisiones de gases nocivos, como los óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO) y hidrocarburos (HC), están vinculadas a problemas de salud en la población, como enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Conocer las características de estas emisiones ayudará a diseñar estrategias que protejan la salud pública.
- **Optimización del Rendimiento del Motor:** Las averías en los sistemas de inyección, admisión y escape no solo afectan las emisiones, sino que también pueden comprometer el rendimiento y la eficiencia del motor. Comprender cómo estas fallas impactan la combustión y, por ende, las emisiones, permitirá a los ingenieros y técnicos mejorar el diseño y mantenimiento de estos motores.
- **Cumplimiento Normativo:** Con el aumento de las regulaciones ambientales, es crucial que los fabricantes y operadores de motores cumplan con los estándares de emisiones. La identificación de las causas de las emisiones excesivas facilitará el cumplimiento de estas normativas y evitará sanciones.
- **Desarrollo de Tecnologías Sostenibles:** Este estudio puede servir como base para la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías y prácticas que reduzcan las emisiones de gases contaminantes en motores, contribuyendo a un futuro más sostenible en la movilidad.

La altitud de Loja, Ecuador, que es aproximadamente 2,060 metros sobre el nivel del mar, puede afectar a los motores C22NE y 2TR de varias maneras. Aquí te detallo los impactos más relevantes:

5. MARCO TEORICO

1.1.Emisiones de gases automotrices

La liberación de gases automotrices son gases liberados por el motor de los vehículos como resultado de la combustión de combustibles, principalmente los gases automotrices se generan durante el proceso de combustión interno del motor de un vehículo cuando se quema combustible (como gasolina o diésel) en presencia de oxígeno en el motor. Las emisiones de gases automotrices pueden implicar una variedad de subproductos tales como:

- **Dióxido de carbono (CO₂):** Es el principal gas emitido por la combustión completa del combustible además afecta al cambio climático y a la salud humana
- **Monóxido de carbono:** El monóxido de carbono es un gas toxico que se produce como resultado de una combustión defectuosa, debido a una cantidad insuficiente de oxígeno en el motor
- **Óxidos de nitrógeno (NO_x):** El óxido de nitrógeno se forma principalmente cuando el nitrógeno atmosférico y el oxígeno se combinan a altas temperaturas en la cámara de combustión del motor, estos afectan de manera crucial a la salud humana y medio ambiente.
- **Compuestos orgánicos volátiles (COV):** Los compuestos volátiles son emitidos por la evaporación de combustible dentro del motor, además los COV pueden contribuir a la formación de smog y efectos en el bienestar humano y al ecosistema.

- 2. Partículas finas (PM):** Son pequeñas partículas sólidas o líquidas que se generan por la combustión incompleta de combustible y la abrasión de los componentes del motor. Las partículas finas pueden causar graves problemas en la salud humana.

3. Averías en Sistemas Auxiliares

Las averías auxiliares en el sistema de admisión, inyección y escape de un vehículo son problemas que afectan a los componentes secundarios o accesorios del sistema de admisión de aire del motor. El sistema de admisión es crucial para el funcionamiento del motor, ya que suministra aire fresco y limpio al motor para su combustión.

- 3.1. Sensor de flujo de aire:** Este sensor es el encargado de medir el flujo de aire, además es un componente vital del sistema de admisión del aire del motor, este sensor nos permitirá medir la cantidad de aire que ingresa al motor además el sensor MAF va a ayudar a detectar la masa de aire que fluye a través del sensor la misma que será enviada a la ECU.

Los problemas más comunes en un sensor defectuoso pueden ser una incorrecta mezcla de aire combustible, pérdida de potencia, relenti inestable, aumento de consumo de combustible etc.

- 3.2. Sensor de posición del acelerador (TPS):** Un sensor de posición de acelerador tiene como principal funcionamiento monitorear la posición del acelerador una vez obtenida esta información es enviada directamente a la unidad de control del motor.

El sensor de posición del acelerador es esencial para el rendimiento del motor y el funcionamiento correcto del vehículo proporcionado información a la

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

16

computadora para así ajustar la mezcla de aire combustible al momento del encendido.

Por lo tanto, este sensor TPS defectuoso puede causar problemas con el control de la velocidad del motor y la respuesta del acelerador. Esto puede provocar una aceleración irregular o una falta de respuesta del acelerador

2.2. Válvula de ralentí: Es un parte fundamental que ayuda con el control del vehículo su función principal es regular el flujo de aire al motor durante las condiciones de ralenti, así mismo nos va a ayudar a ajustar la apertura de la válvula, como la temperatura del motor, la carga eléctrica y la presión del aire acondicionado. Los síntomas más comunes de una válvula de control de ralentí defectuosa son: ralenti inestable, oscilaciones en el ralentí, perdida de potencia durante la aceleración.

2.3. Sistema de inyección de aire secundario: El sistema de inyección de aire secundario es el encargado de controlar de las emisiones de escape del vehículo la cual su función principal es reducir las emisiones de gases contaminantes.

Un sistema de inyección de aire secundario defectuoso puede presentar fallas tales como: obstrucción de líneas de aire, fallos en la bomba aire, problemas eléctricos con la válvula de control de aire o fallo en el sensor de oxígeno.

2.4. Válvula de control de vacío: Permite la apertura y cierre de una válvula en respuesta en las señales enviadas a la ECU u otros dispositivos de control, esta válvula regula la cantidad de vacío.

Una válvula de control de vacío defectuosa puede causar problemas con la presión del vacío en el sistema de admisión además puede afectar el funcionamiento de otros componentes del sistema de admisión y provocar problemas de rendimiento del motor.

Un mal funcionamiento en el sistema de control esto puede generar un excesivo aumento de emisiones de gases contaminantes y posiblemente una falla en la inspección de emisiones. Esto puede deberse a sensores defectuosos, válvulas de recirculación de gases de escape (EGR) obstruidas o fallas en el convertidor catalítico.

3. Averías en Sistema de Inyección

El sistema de inyección es un componente crucial en los motores de combustión interna de los vehículos. Su función principal es suministrar combustible al motor en cantidades precisas y en el momento adecuado para garantizar una combustión eficiente.

3.1. Fugas de Combustible: Una fuga en el sistema de inyección puede provocar una pérdida de presión en el sistema lo que puede afectar negativamente la capacidad del motor para funcionar correctamente lo que provoca un aumento en el consumo de combustible y emisiones de gases contaminantes.

3.2. Inyectores de Combustible Obstruidos: Los inyectores obstruidos pueden reducir el flujo de combustible hacia los cilindros del motor los mismos pueden afectar negativamente la optimización del combustible, las causas de la obstrucción de los inyectores de combustible pueden causar pérdida de potencia, ralentí irregular y un aumento excesivo del combustible.

3.3. Problemas con la bomba de combustible: Una bomba de combustible defectuosa puede tener varios factores negativos que impiden suministrar combustible al sistema de inyección durante el arranque del motor.

Los problemas con la bomba de combustible pueden manifestarse de varias maneras como; dificultad para arrancar el motor, pérdida de potencia, ralentí inestable, aumento de consumo de combustible y ruidos provenientes del tanque de combustible.

4. Averías Motor Otto

La fase de un motor Otto es un ciclo termodinámico que describe el proceso de combustión interna. Las averías de un motor Otto son problemas, que ocurren en un motor de combustión interna que opera bajo el ciclo de Otto, el cual es el tipo de motor de gasolina.

Las averías en un motor Otto pueden ser diversas y abarcan una amplia gama de problemas mecánicos, eléctricos o de otro tipo que pueden afectar su funcionamiento normal. Este tipo de averías pueden surgir debido a diferentes factores, incluyendo el desgaste natural por el uso, defectos de fabricación, falta de mantenimiento adecuado o condiciones de funcionamiento extremas. Los fallas o problemas más comunes que presenta un motor Otto:

Problemas de encendido: Los problemas de encendido pueden incluir problemas con las bujías, los cables de encendido o el sistema de encendido electrónico. Esto puede provocar dificultades para arrancar el motor, pérdida de potencia y ralentí inestable.

Sobrecalentamiento: Un motor Otto puede sobrecalentarse debido a problemas con el sistema de enfriamiento, como fugas de refrigerante, radiador obstruido o termostato defectuoso. El sobrecalentamiento puede provocar daños graves en el motor si no se aborda de inmediato.

Problemas de combustible: Los problemas con el suministro de combustible, la bomba de combustible en mal estado o inyectores obstruidos, pueden afectar directamente al trabajo óptimo del motor y provocar fallos en el sistema de arranque además de una pérdida de potencia y trabajo inestable.

Fuga de aceite: Las fugas de aceite pueden ocurrir en varios puntos del motor, incluidos los sellos, las juntas y las conexiones de las líneas de aceite. Estos problemas afectarían directamente a una pérdida paulatina de aceite, lo que eventualmente puede dañar el motor si no se soluciona.

Desgaste del motor: Con el tiempo, los componentes internos del motor, como los cilindros, los pistones y los cojinetes, pueden desgastarse debido al uso normal. Esto puede provocar pérdida de compresión, consumo de aceite, ruido del motor y pérdida de potencia.

En el contexto automotriz, las **emisiones anómalas** son un indicador clave de **fallas mecánicas o electrónicas**; por ejemplo, un incremento en las emisiones de NO_x puede señalar problemas en el **sistema EGR** o el **catalizador**, mientras que un aumento de CO_2 suele reflejar una mezcla incorrecta de aire-combustible debido a un **sensor de oxígeno** defectuoso. Además, **emisiones acústicas** como ruidos metálicos pueden indicar desgaste en componentes como los **inyectores** o el **sistema de escape**. Las principales

causas incluyen el desgaste de piezas, la mala calibración de sensores y fallos en el módulo de control del motor (ECU). La detección temprana mediante sistemas de diagnóstico a bordo (OBD) es fundamental para corregir anomalías, evitar multas por incumplimiento de normas ambientales y reducir el consumo de combustible y las emisiones contaminantes.

5. Sistema de Inyección

EL sistema de Inyección es el encargado de administrar la cantidad de combustible que entra a la cámara de combustión para garantizar un rendimiento óptimo. Además, el sistema de inyección utiliza varios sensores para monitorear diferentes factores tales como la cantidad de aire que ingresa al motor, la temperatura del motor y la posición del acelerador.

Desde esta perspectiva la buena combustión nos permitirá una mayor eficiencia y minimizar las emisiones gases contaminantes y un rendimiento más suave del motor en comparación con los sistemas de carburación más antiguos.

La mayor eficiencia del sistema de inyección nos permitirá una menor emisión gases contaminantes y un rendimiento más suave del motor en comparación con los sistemas de carburación más antiguos.

EL sistema de inyección es uno de los grandes sistemas dentro de los vehículos en motores de combustión interna, estos proporcionando un funcionamiento más eficiente, limpio y potente en comparación con los sistemas de carburador.

Bomba de Combustible: La bomba de combustible es un componente esencial en el sistema de inyección tiene como función suministrar combustible desde el tanque de

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

21

combustible al sistema de inyección a través de líneas de combustible de alta presión, este tipo de bombas pueden ser eléctricas o mecánicas, la bomba eléctrica esta impulsada por un motor eléctrico y se encuentra dentro del tanque de combustible.

Figura 1 *Bomba de Combustible del motor C22NE.*



Nota: La figura muestra la bomba de combustible correspondiente al motor C22NE, ilustrando sus componentes principales y su funcionamiento en el sistema de inyección. Fuente: Adrian Rueda, Wrayner Guaitara.

Filtro de Combustible: Este componente es esencial dentro del sistema de inyección, es el encargado de eliminar la suciedad del combustible y partículas que

puedan estar presentes dentro del tanque, como suciedad, óxido, sedimentos y otros contaminantes que pueden provenir del tanque de combustible.

Figura 2 *Filtro de Combustible.*



Nota: La figura representa un filtro de combustible común, utilizado para la filtración de impurezas en los motores de combustión interna. Fuente: Adrian Rueda, Wrayner Guaitara.

Inyectores de Combustible: La función principal es inyectar y distribuir el combustible en forma de finas partículas dentro de la cámara de combustión del motor, los inyectores pulsos eléctricos desde la ECU para permitir que abra y cierre las válvulas de los inyectores en sincronización con el ciclo de admisión del motor, el combustible es distribuido para asegurar una mezcla de aire combustible adecuada.

Figura 3 *Inyector*



Nota: La figura muestra un inyector de combustible típico, utilizado en motores de combustión interna para la atomización del combustible. Fuente: Adrian Rueda, Wrayner Guaitara.

Regulador de presión Combustible: El regulador de presión de combustible permitirá controlar el paso de gasolina hacia los inyectores y así tener un suministro de inyección más eficiente la cual nos permitirá tener una buena combustión y un óptimo rendimiento del motor

Su función principal es mantener una presión correcta de combustible asegurando que la inyección de gasolina sea adecuada para que así los inyectores trabajen correctamente y evitar daños en el sistema.

Figura 4 *Regulador de presión de combustible.*



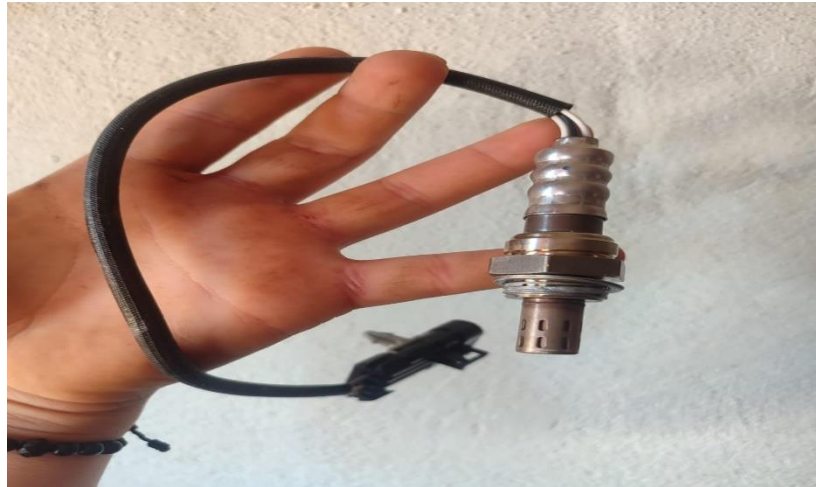
Nota: La figura ilustra el regulador de presión de combustible, componente clave para mantener la presión constante dentro del sistema de inyección. Fuente: Adrian Rueda, Wrayner Guaitara.

Sensores y Actuadores:

Los sensores y actuadores en un sistema de inyección de combustible trabajan en conjunto para monitorear y controlar diversos aspectos del funcionamiento del motor, optimizando la eficiencia de combustible, reduciendo las emisiones y asegurando un rendimiento confiable en diferentes condiciones de operación

Sensores y Actuadores: Incluyen sensores de oxígeno, sensor de posición del acelerador (TPS), sensor de flujo de aire (MAF), sensor de temperatura del motor (ECT), entre otros, que proporcionan datos al sistema de gestión del motor (ECU) para controlar la inyección de combustible.

Figura 5 *Sensor de oxígeno.*



Nota: La figura representa un sensor de oxígeno, utilizado para monitorear los niveles de oxígeno en los gases de escape y ajustar la mezcla de aire-combustible. Fuente: Adrian Rueda, Wrayner Guaitara.

Sistema de inyección directa

Este sistema va a ayudar a dar una correcta mezcla de aire y combustible, lo cual nos brindara una mayor eficiencia en la combustión por lo tanto da un menor consumo de combustible al inyectar el combustible inyectado directamente en la cámara de combustión, se logra una atomización más fina del combustible y una mejor distribución en la cámara, lo que contribuye a una combustión más completa y eficiente.

Hay diferentes tipos de inyección directa, como la inyección directa de gasolina, este sistema inyecta el combustible a alta presión llegando directamente en la cámara de

combustión, mientras que, en la inyección directa de diésel, se inyecta a alta presión en la cámara de combustión justo antes de la ignición.

El sistema de inyección directa es la más recomendada ya que va a ayudar a reducir el consumo de combustible y va a dar un mejor rendimiento al motor para ello existen varios beneficios como:

- **Mayor eficiencia:** Una mayor eficiencia en el sistema nos va a permitir una mejor combustión en el motor. por lo tanto, nos va a ayudar a dar una mejor inyección de combustible la cual nos va a permitir un mejor rendimiento y potencia, y así también lograr menos consumo de gasolina en el motor.
- **Reducción de emisiones:** La inyección directa permite una mejor mezcla de aire y combustible, y además una combustión más eficiente, lo que puede reducir las emisiones de gases contaminantes es importante para cumplir con las regulaciones ambientales y reducir la huella de carbono de los vehículos a motor, ayudando a un mejor aire de calidad y la lucha contra el cambio climático.
- **Mejor respuesta del motor:** es importante contar con la ECU para ajustar de forma precisa la inyección de combustible y la ignición, que permitirá una mezcla de combustible más eficiente en la cámara de combustión y así mejorar la atomización del combustible, la inyección directa proporciona una respuesta más rápida y suave del motor.
- **Mayor potencia:** Esto se logra mediante la entrega directa de combustible en la cámara de combustión, lo que permite una mejor vaporización y mezcla del

combustible con el aire, resultando en si una combustión más favorable para el sistema y una mayor potencia generada por el motor Además este tipo de inyección permitirá que haya un gran control dentro de la inyección de combustible, lo que puede resultar en una mejor respuesta del motor y una mayor potencia.

- **Mayor durabilidad:** Al permitir una combustión más eficiente y una reducción de las emisiones, la inyección directa puede contribuir a una mayor durabilidad del motor y una vida útil más larga y para mantener su funcionamiento óptimo a lo largo del tiempo, sin sufrir desgaste prematuro o fallos frecuentes. Esto se logra a través de la utilización de materiales de alta calidad, un diseño robusto y resistente, un adecuado mantenimiento preventivo y una correcta calibración del sistema.

INYECCION INDIRECTA

La inyección indirecta es una mejora en la eficiencia y las emisiones de los motores de combustión interna, utilizando un control preciso para la mezcla de combustible la cual el combustible es inyectado en el conducto de admisión y antes de la válvula de admisión esto va a permitir que el combustible se mezcle con aire antes de que ambos entren a la cámara de combustión.

Existen varias ventajas:

- **Eficiencia de Combustible:** se beneficia de la mezcla precisa y controlada, la atomización eficiente del combustible y el uso de tecnología electrónica para

optimizar el rendimiento del motor. Esto va a generar un consumo de combustible menor y por lo tanto en una mayor eficiencia del vehículo.

- **Menores Emisiones:** la inyección indirecta no solo mejora la eficiencia de combustible en los motores de combustión interna, sino que también contribuye significativamente a la reducción de emisiones contaminantes como CO₂, NO_x y partículas, haciendo que los vehículos sean más limpios y respetuosos con el medio ambiente.
- **Adaptabilidad:** Se refiere a la capacidad del motor y del sistema de gestión del motor para ajustarse y responder de manera efectiva a diversas condiciones de operación y requerimientos de conducción, la adaptabilidad en los sistemas de inyección indirecta no solo se refiere a la capacidad de ajustar la mezcla y el rendimiento del motor en tiempo real, sino también a la capacidad de cumplir con estándares ambientales y ofrecer una experiencia de conducción más eficiente y satisfactoria en diversas condiciones de operación

7. SISTEMAS DE ESCAPE:

Los sistemas de escape han evolucionado significativamente con el tiempo para cumplir con estándares más estrictos de emisiones y La mejora diaria de convertidores catalíticos ha sido un avance crucial, además también se han diseñado nuevas mejoras en silenciadores y materiales que han mejorado la capacidad para controlar el ruido.

No solo ha mejora el rendimiento y la durabilidad del motor, se a controlado de manera raída y asi ayudado a manejar los gases de escape de manera segura, reduciendo el ruido y controlando las emisiones contaminantes. Su diseño y funcionamiento han

evolucionado significativamente para cumplir con los estándares modernos de rendimiento y sostenibilidad ambiental.

Existen varios tipos de sistemas de escapes:

Sistema de Escape Simple: Es el tipo más básico y común, utilizado en la mayoría de los vehículos de pasajeros. Consiste en un solo tubo de escape que recoge los gases de todos los cilindros del motor y los dirige hacia afuera del vehículo a través de un silenciador y, en algunos casos, un convertidor catalítico. Además, estos sistemas de escape simples son esenciales para la mayoría de los vehículos de pasajeros y una solución efectiva y económica para manejar los gases de escape, reducir el ruido y cumplir con las normativas ambientales son fundamentales para el funcionamiento seguro y eficiente de los vehículos.

Sistema de Escape Doble: Este tipo de sistema utiliza dos tubos de escape separados que generalmente provienen de motores más potentes y cada cilindro tiene su propio tubo de escape, lo que permite un mejor flujo de gases y en algunos casos, puede mejorar el rendimiento del motor. El sistema de escape doble ofrece beneficios significativos en términos de rendimiento, sonido y estética en comparación con los sistemas de escape simples, siendo una opción popular para aquellos que buscan un rendimiento excepcional y un sonido característico en sus vehículos.

Sistema de Escape Dividido: Similar al sistema de escape doble, el escape se divide en múltiples salidas o conductos, generalmente uno por cada banco de cilindros (en motores V), lo que permite una mejor evacuación de los gases de combustión.

Normativa euro (Sistemas de Escape)

Normativa euro 1:

Esta normativa es el primer paso para la regulación de gases de escape para así reducir en gran cantidad las emisiones de los vehículos, esta normativa establece regulaciones más estrictas, pero menos que las normativas actuales. Por ejemplo:

El inicio de un proceso de regulación más compleja de las revisiones vehiculares con el fin controlar y minimizar la calidad del aire y reducir los impactos ambientales negativos emitidos por los gases de los vehículos.

Los sistemas de escape bajo la Normativa euro 1 establecieron requisitos que cada fabricante de vehículos debía de cumplir para reducir las emisiones contaminantes, las normativas que se adoptaron en el Euro 1 fueron:

Tecnologías de control de emisiones: Además del convertidor catalítico, los fabricantes implementaron tecnologías adicionales, como sistemas de recirculación de gases de escape (EGR), para cumplir con los estándares de emisiones.

Esta normativa establece que los límites de emisiones específicos para las emisiones de los vehículos nuevos, deben cumplir con estrictos reglamentos de regulación de gases la cual estos límites eran menos estrictos en comparación con las normativas posteriores.

Es importante destacar que la normativa euro 1 marcó el comienzo de los esfuerzos regulatorios en la Unión Europea para reducir las emisiones de vehículos, con el objetivo de mejorar la calidad del aire y mitigar los efectos adversos para la salud y el medio ambiente causados por los contaminantes del escape de los automóviles.

Normativa euro 2:

La normativa euro 2 representa otro paso importante en la evolución de las normativas europeas para mitigar el impacto ambiental de los vehículos, estableciendo límites más rigurosos en la industria automotriz y además impulsó tecnologías más desarrolladas para obtener un mejor rendimiento en los estándares de control de emisiones, como catalíticos más eficientes y sistemas de inyección más limpio

La normativa euro 2 representa otro paso importante en la evolución de las normativas europeas para mitigar el impacto ambiental de los vehículos, estableciendo límites más rigurosos en la industria automotriz y además impulsó el uso de tecnologías avanzadas de control de emisiones, como catalizadores más eficientes y sistemas de inyección más rigurosos.

Reducción de emisiones contaminantes: euro 2 estableció límites más estrictos para contaminantes como óxidos de nitrógeno hidrocarburos, monóxido de carbono y partículas. Esto ha llevado a una significativa disminución en la cantidad de contaminantes emitidos por los vehículos nuevos, lo cual es crucial para la calidad del aire en áreas urbanas y para la salud pública en general.

Promoción de tecnologías limpias: La implementación de euro 2 incentivó a los fabricantes de automóviles a desarrollar y adoptar tecnologías más avanzadas de control de emisiones. Esto incluye la instalación de catalizadores de tres vías y mejoras en los sistemas de inyección de combustible, que han demostrado ser eficaces en la reducción de emisiones nocivas.

Cumplimiento de estándares ambientales: Las normativas euro, incluyendo Euro 2, aseguran que los vehículos nuevos cumplan con estándares ambientales

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

32

específicos antes de ser comercializados en el mercado europeo. Esto no solo beneficia a los ciudadanos al reducir la exposición a contaminantes atmosféricos, sino que también ayuda a cumplir con los compromisos internacionales en materia de calidad del aire y sostenibilidad ambiental.

Preparación para estándares futuros: euro 2 marcó un progreso significativo en términos de regulación ambiental vehicular, sentando las bases para normativas aún más estrictas como euro 3, euro 4, euro 5 y euro 6. Estos estándares continuaron elevando los requisitos de emisión y fomentando la innovación en tecnologías de vehículos más limpios y eficientes.

Euro 3 : Según (alziraimport, 2023) La normativa Euro 3 mejoro en el impacto ambiental y en la protección de la salud pública al establecer límites más rigurosos para las emisiones de vehículos nuevos, promoviendo tecnologías avanzadas de control y preparando el camino para futuras normativas más estrictas y además continúa promoviendo la adopción de tecnologías avanzadas de control de emisiones además un avance crucial y mejorando los Catalizadores de oxidación para reducir las emisiones de CO y HC además mejorando tecnología de inyección de combustible siendo mas eficiente y en la reducción de gases automotrices.

Para los vehículos de gasolina existe una limitación de Óxidos de nitrógeno para así reducir aproximadamente 0.15 gramos por kilómetro.

Vehículos diésel, al igual existe una limitación de Óxidos de nitrógeno y es de alrededor de 0.25 gramos por kilómetro (}{Rattix}, 2023)

Euro 4

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

33

La normativa Euro 4 marcó un avance significativo hacia vehículos más limpios y menos contaminantes según la normativa euro 4. Los vehículos deben cumplir con límites más bajos de emisión contaminantes como el de NOx, lo que promueve el uso de tecnología más avanzados y sistemas de control de combustión más eficientes para mejorar tanto la reducción de contaminación, además se establecieron límites más rigurosos para controlar las emisiones de partículas tanto para motores diésel como de gasolina esto llevó a implementar filtros de partículas diésel y a gasolina más eficientes en el sistema de admisión del vehículo (idoneo, 2023)

Además, la normativa euro 4 trajo en si más pruebas más rigurosos y representativos para verificar el cumplimiento de los límites de emisión antes de la homologación y venta de vehículos nuevos en el mercado europeo.

Normativa euro 5

Esta normativa fue implementada en el año 2009 esta establece normas aún más estrictas y se mantuvo en similitud con la normativa 4, y consistió en reducir la cantidad de óxido nitroso aceptando que los vehículos de motor lleguen hasta los 60 miligramos por kilómetro en motores de gasolina y 180 miligramos por kilómetro en motores Diesel, Este sistema adapta una reducción del 80% de la materia particulada, que pasará de los 25 miligramos por kilómetro. (timon, 2022)

Normativa euro 6

Euro 6 representa la culminación de décadas de progreso en la regulación de emisiones de vehículos en Europa, estableciendo estándares rigurosos para reducir la

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

34

contaminación del aire y promover la sostenibilidad ambiental en el sector del transporte según la normativa anterior obtuvo unas emisiones mayores de 180 mg/km de óxido de nitrógeno, mientras que en esta nueva normativa se redujo a un porcentaje menos que el anterior hasta 80 mg/km, Las emisiones de hidrocarburos y óxidos de nitrógeno deben ser minimizadas a 170 mg/km, frente a los 230 mg/km. (Quadis.es, 2015)

CAPÍTULO II

6. Sistema de Inyección a Gasolina

Un sistema de inyección a gasolina juega un papel crucial en la eficiencia en el rendimiento de los motores a gasolina, estos sistemas remplazaron a los carburadores tradicionales debido a la capacidad para mejorar con precisión la cantidad que inyecta el combustible la cual ingresa a la cámara de combustión, este sistema ha permitido mejoras significativas para la economía del combustible, reducción de las emisiones y un rendimiento al motor más óptimo (Den, 2020).

En este sistema de inyección a gasolina está conformado por varios sensores que van a ayudar a tener una inyección óptima en el vehículo y puedan controlar y minimizar el consumo excesivo de gasolina y así mismo evitar la contaminación del aire.

Sensor de oxígeno (O₂): este sensor está ubicado en el sistema de escape del vehículo cerca del colector de escape, su principal función es detectar un exceso de oxígeno en los gases de escape es decir mezcla pobre, la ECU aumenta la cantidad de combustible inyectado para enriquecer la mezcla y si detecta un mayor consumo de oxígeno es decir mezcla rica, la ECU reduce la cantidad de combustible para empobrecer la mezcla. Este ciclo continuo el ajuste y permite mantener la mezcla de aire-combustible dentro de los límites óptimos para una operación eficiente y con bajas emisiones (Masters Automóvil, 2020).

Sensor de posición del acelerador (TPS): Este sensor de posición del acelerador generalmente se encuentra ubicado en el cuerpo de la mariposa de admisión, Cuando el conductor pisa el acelerador, este sensor envía una señal correspondiente a la ECU que indica la cantidad de aire que se está mezclando dentro del motor. La señal que arroja este

sensor es esencial para poder mantener una mezcla adecuada de aire y combustible además es muy importante mantener este sensor en buen estado y realizar mantenimientos regulares para asegurar un funcionamiento óptimo del sistema de inyección de gasolina (Avance, Curso Automotriz - Curso Virtual Automotriz - Capacitación Automotriz, 2021).

Sensor de temperatura: El sensor de temperatura del refrigerante generalmente se encuentra montado cerca del motor, típicamente en el bloque del motor o en la culata, cerca del termostato este sensor nos va a ayudar a monitoriza la temperatura del motor para ajustar la cantidad de combustible inyectado y garantizar un funcionamiento eficiente en diferentes condiciones de temperatura además va a detecta la temperatura del líquido refrigerante que circula por el motor y esta información es muy esencial para la ECU, ya que la temperatura del motor afecta directamente la combustión del combustible y el funcionamiento general del motor (Mecanica Automotriz, 2020).

Sensor de presión absoluta del múltiple (MAP): El sensor MAP generalmente se encuentra montado cerca del múltiple de admisión este sistema nos va ayudar a medir la presión de aire que va a ingresar dentro del motor lo cual va a utiliza un elemento sensor para convertir la presión del aire en una señal eléctrica que envía a la ECU y va a permitir calcular la correcta optimización de combustible para ser inyectado asegurando una mezcla aire-combustible óptimo y reduciendo emisiones contaminantes (Avance, Curso Automotriz - Curso Virtual Automotriz - Capacitación Automotriz, 2019).

Sensor de posición del cigüeñal (CKP): Indica la velocidad y posición del motor, esencial para sincronizar la inyección de combustible con la apertura de las

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

38

válvulas de admisión además la posición del cigüeñal envía información a la ECU para que pueda permitir sincronizar la inyección de combustible y el encendido, asegurando un funcionamiento óptimo del motor además si este sensor falla puede causar un mal funcionamiento y puede causar problemas graves en el arranque, rendimiento y estabilidad del motor (Avance, Curso Automotriz - Curso Virtual Automotriz - Capacitación Automotriz, 2013).

Sensor de posición del árbol de levas (CMP): Ayuda a la ECU a determinar la sincronización de la inyección de combustible y la apertura de las válvulas de admisión asegurando que la combustión sea eficiente y que el motor funcione de manera óptima bajo diversas condiciones de operación su, correcto funcionamiento es vital para el rendimiento del vehículo y para cumplir con las normativas de emisiones ambientales ({Den}, Autodoc CLUB Blog, 2021).

Sensor de presión de combustible: Va a Permitir que la computadora ajuste un cierto porcentaje de combustible el cual será inyectado según la carga del motor y las condiciones de conducción, el sensor de presión de combustible desempeña un papel crucial en el control y la eficiencia del sistema de inyección de gasolina, asegurando un funcionamiento óptimo del motor y contribuyendo a la reducción de emisiones y permitiendo los ajustes precisos , así mismo va a garantizar un óptimo funcionamiento del motor y una mayor durabilidad de combustible (perez, 2019).

7. Sistema de admisión

Este sistema de admisión son componentes diseñados y encargados para proporcionar la suficiente mezcla que será adecuada de aire y así mismo de combustible va a ingresar hacia el motor de combustión interna. Su función es permitir que el motor respire de manera eficiente para generar la potencia necesaria y controlar las emisiones. (Dos Santos, 2023).

El diseño y la eficiencia de este sistema son cruciales para el rendimiento y la economía de combustible del vehículo. El sistema de admisión comienza con el filtro de aire, cuya misión es crucial: purificar el aire que ingresa al motor, eliminando partículas de suciedad y otros contaminantes que podrían afectar negativamente el funcionamiento del motor a largo plazo. Un filtro de aire limpio y eficiente no solo protege el motor, sino que también asegura que la cantidad adecuada de aire fresco pueda pasar al siguiente componente clave: el colector de admisión.

El colector de admisión va a actuar como un conducto que distribuye el aire desde el filtro hacia las cámaras de combustión además este componente no solo distribuye el aire de manera uniforme, sino que también puede incorporar tecnología avanzada como colectores de longitud variable, que ajustan la longitud del conducto para optimizar el flujo de aire a diferentes regímenes de velocidad del motor (Dos Santos, 2023).

La válvula de mariposa va a controlar que la cantidad de aire que va a ingresar hacia dentro del motor, este componente es controlado electrónicamente para ajustar de manera precisa la cantidad de aire en función de las demandas del conductor y las condiciones de operación del vehículo.

En muchos vehículos contemporáneos, el sistema de admisión también integra el sistema de inyección de combustible. Este sistema asegura que la cantidad correcta de combustible sea mezclada con el aire en las cámaras de combustión para una combustión eficiente y una respuesta rápida del motor. Sensores y actuadores adicionales monitorean y ajustan parámetros como la temperatura y la presión del aire, optimizando aún más el rendimiento del motor (Dos Santos, 2023).

Sensor de flujo de aire: Nos va a ayudar a medir la cantidad de aire que va a entrar en el motor, controlando la cantidad correcta de combustible a inyectar que va a hacer inyectar para que al momento del encendido no tenga problemas como la pérdida de potencia o consumo de combustible (Ávila, 2021).

Sensor (MAF): El sensor va a ayudar a medir a una medida drástica acerca del aire que va a entrar adentro del motor del vehículo esto va a proporcionar una adecuada precisión sobre la mezcla de aire, lo cual esto va a permitir una mejora en el sistema para calcular una cantidad adecuada de combustible con la finalidad de ser inyectado para contener una adecuada mezcla y tener un aire y combustible adecuado para el motor (Sensores Automotrices, 2023).

Sensor de temperatura del aire de admisión: Este sensor va a funcionar con la finalidad de que la calidad del aire que va a incorporar hacia el motor, además la información que va a arrojar va a ser utilizada por un sistema con la finalidad de ajustar la cantidad de combustible que va a ingresar y así mismos va a optimizar una mejora en el rendimiento y una mejor efectividad del motor.

Sensor (MAP): Este sensor va a ayudar a detectar que la presión total que va a ingresar hacia el colector de admisión y va a ayudar que el sistema va a determinar que el peso del motor vaya ajustando la cantidad de combustible que debe ser inyectado y además adapte la presión del colector (Sensores Automotrices, 2023).

Sensor (TPS): este sensor va a detectar en que posición se va a encontrar el pedal del acelerador y además este sistema va a enviar información hacia el controlador del motor, Esto es muy esencial para igualar la cantidad de aire que va a ingresar y combustible y así mismo esto va a hacer inyectado en el motor según la señal que arroje el controlador del motor (Sensores Automotrices, 2023)

8. Sistema de Escape

- El sistema de escape es un sistema crucial dentro de los motores de combustión interna, este sistema está diseñado para expulsar los gases generados dentro del motor hacia el exterior del vehículo de manera eficiente y segura (Hello Auto, 2024).
- El sistema de escape cuenta con varios componentes los cuales entre ellos son:
- Válvula de escape: La válvula de escape será la encargada de acceder el paso a la salida de gases después de la combustión del motor; El sistema de escape no sólo expulsa de forma segura y silenciosa los gases de combustión del motor, sino que también desempeña un papel crucial en la reducción de las emisiones contaminantes y el control del ruido del motor (Hello Auto, 2024).
- Sensor de oxígeno
- Es el sensor principal en el sistema de escape ya que tendrá como función calcular la cantidad de oxígeno residual de gases de escape una vez que hayan pasado por el

convertidor catalítico, la información obtenida será enviada directamente a la unidad de control del motor para que ajuste la mezcla de aire combustible y tener un óptimo rendimiento del motor. (Sensor automotriz, 2019)

1. Motor C22NE

El motor C22NE se utiliza en la Chevrolet LUV 2.2, así como en otros vehículos debido a su rendimiento confiable y facilidad de mantenimiento.

Tabla 1 Especificaciones Motor C22NE.

Especificaciones
Durabilidad: Conocido por su robustez y longevidad.
Eficiencia: Ofrece un buen equilibrio entre potencia y eficiencia de combustible.
Mantenimiento: Relativamente sencillo, con piezas disponibles en muchos mercados.
<ul style="list-style-type: none">• Consumo de Combustible: Varía según las condiciones de conducción, pero generalmente es razonable para un motor de su tamaño.• Aplicaciones: Ideal para uso en vehículos utilitarios y todoterreno, proporcionando suficiente potencia para tareas diarias y condiciones exigentes.

-
- **Configuración:** 4 cilindros en línea
 - **Desplazamiento:** 2.2 litros (2,199 cc)
 - **Diámetro x Carrera:** 86.0 mm x 94.6 mm
 - **Relación de Compresión:** Aproximadamente 9.2:1
 - **Sistema de Combustible:** Inyección de combustible multipunto (MPI)
 - **Potencia Máxima:** Aproximadamente 115-125 caballos de fuerza
 - **Par Máximo:** Aproximadamente 188 Nm
-

Nota: Esta tabla presenta las especificaciones técnicas del motor C22NE, incluyendo parámetros clave como la cilindrada, potencia y torque. Fuente: (Scribd, Motores Chevrolet Luv, 2015).

Tabla 2 *Especificaciones Motor 2TR*

Especificaciones
<ul style="list-style-type: none">• Durabilidad: Este motor es reconocido por su robustez y longevidad, lo que le permite soportar condiciones exigentes durante períodos prolongados.• Eficiencia: El motor 2TR proporciona un equilibrio favorable entre potencia y eficiencia de combustible, lo que lo hace adecuado para diversos usos.• Mantenimiento: El mantenimiento del motor 2TR es relativamente sencillo, con una amplia disponibilidad de piezas de repuesto en muchos mercados, facilitando su reparación y cuidado.• Consumo de Combustible: El consumo de combustible varía según las condiciones de conducción, pero en general, se considera razonable para un motor de su tamaño, ofreciendo un buen rendimiento energético.
<hr/> Aplicaciones
<p>Uso: Es ideal para vehículos utilitarios y todoterreno, proporcionando suficiente potencia para tareas diarias y enfrentando condiciones exigentes con eficacia.</p>
<hr/> Especificaciones:
<ul style="list-style-type: none">• Configuración: 4 cilindros en línea.• Desplazamiento: 2.2 litros (2,199 cc).• Diámetro x Carrera: 86.0 mm x 94.6 mm.• Relación de Compresión: Aproximadamente 9.2:1.

-
- Sistema **de Combustible**: Inyección de combustible multipunto (MPI).
 - Potencia **Máxima**: Aproximadamente 115-125 caballos de fuerza.
 - Par **Máximo**: Aproximadamente 188 Nm.
-

Nota: La tabla muestra las especificaciones del motor 2TR, con detalles técnicos sobre su configuración, capacidad de combustible y otros aspectos de rendimiento.

2. Motor 2TR

El motor 2TR es un motor de combustión interna diseñado y fabricado por Toyota. Es un motor de 4 cilindros en línea que forma parte de la serie de motores TR, que son conocidos por su fiabilidad y rendimiento

3. Analizador de Gases

- Es utilizada para medir y evaluar los gases de escape que arrojan los vehículos, la principal función de este analizador es controlar y verificar que los vehículos cumplan con las normativas de emisiones implementadas y cumplan con los estándares correctos además estos analizadores son muy importantes en centros de inspección vehicular para poder minimizar las emisiones de los vehículos (Santos, 2023).

CAPÍTULO III

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La investigación, tiene como finalidad dar a conocer los procesos de identificación de fallas dentro de vehículos en base a las emisiones de gases para de esta manera generar un manual que sirva de pauta para la determinación de averías en los sensores que conforman los sistemas de admisión de y escape de los motores C22NE Y 2TR

1.1. Descripción del Proceso de análisis de Gases

- Preparación del equipo:
- Selección de la sonda: Se elige una sonda adecuada para el análisis de gases, generalmente una sonda lambda o una sonda de análisis de gases de escape, que puede medir varios componentes.
- Calibración: Antes de realizar la medición, se calibra la máquina de análisis de gases siguiendo las instrucciones del fabricante. Esto puede implicar el uso de gases de referencia.
- Instalación de la sonda:
- Ubicación de la sonda: La sonda se debe insertar en el sistema de escape del vehículo, preferiblemente después del convertidor catalítico y antes del silenciador, para obtener una lectura representativa de los gases de escape.
- Fijación: La sonda se fija firmemente en su lugar utilizando adaptadores o bridas, asegurando que no haya fugas de aire que puedan alterar las lecturas.
- Conexión al equipo de análisis: La sonda se conecta a la máquina de análisis de gases mediante mangueras o cables eléctricos, asegurando que todas las conexiones sean seguras y herméticas.

- 3. Parámetros a medir:
- Los parámetros más comunes a medir durante el análisis de gases de escape incluyen:
- CO: Señala la combustión incompleta.
- HC: presenta los combustibles no quemados en los gases de escape del vehículo.
- CO₂: mide la eficiencia de la combustión.
- O₂: Mide el oxígeno residual, lo que ayuda a determinar si la mezcla es rica o pobre.
- NO_x: Indicadores de altas temperaturas en la cámara de combustión.
- Temperatura de los gases de escape: Para evaluar el rendimiento y la eficiencia.
- 4. Protocolos de selección en la máquina:
- Configuración inicial: Antes de iniciar la medición, se debe seleccionar el tipo de motor (gasolina) en la máquina de análisis, ya que esto afecta los límites de emisión y los valores esperados.
- Modo de operación: Se elige el modo de operación (ralentí, 2000 rpm, 3000 rpm, aceleración) para realizar las pruebas en diferentes condiciones.
- Configuración de tiempo de muestreo: Se establece el tiempo de muestreo para garantizar que se obtengan lecturas estables.
- Registro de datos: Asegurarse de que la máquina esté configurada para registrar y almacenar datos para su posterior análisis.
- 5. Ejecución del análisis:
- Arrancar el motor: Se inicia el motor y se permite que alcance la temperatura de funcionamiento.

- Realizar las pruebas: Se ejecutan las pruebas en las condiciones seleccionadas (ralentí, 2000 rpm, etc.) y se registran los datos.
- Monitorización continua: Durante el análisis, se monitorean continuamente los parámetros de gases de escape y se observan las tendencias.
- 6. Finalización y limpieza:
 - Desconexión de la sonda: Una vez completadas las pruebas, se desconecta la sonda y se limpia el área de trabajo.
 - Análisis de resultados: Se analizan los datos obtenidos para evaluar el rendimiento del motor y las emisiones, y se comparan con los límites permitidos.
- 7. Interpretación de resultados:
 - Se analizan los datos recolectados para evaluar la eficiencia del motor y determinar si las emisiones están dentro de los límites permitidos según las normativas ambientales.

1.2.MOTOR C22NE

El motor de combustión interna ciclo Otto cuatro tiempos de orden encendido 1-3-4-2 en condiciones normales presenta el siguiente margen de emisiones:

Tabla 3 Motor C22N3.

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	0,04 %	45%	7,25%	0,4%	40%
2000 Rpm	0,1%	35%	7,35%	0,025%	25%
3000 rpm	0,05%	20%	7.5%	0,1%	15%
Aceleración	1,25 %	50%	7%	0,5%	60%

Nota: Esta tabla detalla las especificaciones del motor C22N3, destacando características como el desplazamiento, el número de cilindros y el tipo de combustible utilizado. Fuente: Nacional, 2017).

El motor C22NE cuenta con los siguientes sensores dentro del sistema de admisión los cuales cuando se encuentran en mal estado generan los siguientes porcentajes de emisiones:

- Sensor MAP: Es el encargado de medir la presión de aire que ingresa a la cámara de combustión, para determinar la carga del motor.

Tabla 4 *Sensor MAP defectuoso.*

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	1,5%	54,2%	10,25%	1,5%	43,9%
2000 rpm	1,9%	45,9%	11,6%	1,8%	29,5%
3000 rpm	3,8%	56,7%	13,2%	2,2%	26,3%
Aceleracion	2,4%	72,8%	9,3%	1,6%	75,8%

Nota: La tabla incluye los datos recogidos de un sensor MAP defectuoso, mostrando lecturas anormales que afectan el desempeño del motor. Fuente: (Nacional, 2017).

1.3. Sensor de Temperatura del Aire de Admisión (IAT)

- Mide la temperatura del aire que ingresa al motor para ajustar la mezcla de aire combustible.

Tabla 5 *Sensor IAT defectuoso.*

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	0,09 %	47,23%	8,44%	0,93%	41,3%
2000 rpm	0,80%	38,2%	9,33%	1,39%	25,9%
3000 rpm	0,63%	23,9%	8,57%	0,53%	17,14%
Aceleracion	1,29 %	54,8%	8,2%	1,3%	61,78%

Nota: La tabla presenta las lecturas de un sensor IAT (Intake Air Temperature) defectuoso, con datos que indican fallos en la medición de la temperatura del aire de admisión. Fuente: (Globalteach ,2021).

1.4. Válvula IAC

- La válvula IAC es un dispositivo encargado de regular el flujo de aire ingresado al motor cuando el vehículo está en reposo.

Tabla 6 *Válvula IAC.*

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	0,36 %	45,9%	7,35%	0,7%	42,4%
2000 rpm	0,87%	35,9%	7,42%	0,028%	28,90%
3000 rpm	0,90%	20,4%	7,93%	0,9%	19,30%
Aceleración	1,39 %	51,1%	7,88%	0,8%	65,98%

Nota: Esta tabla muestra las especificaciones y datos de funcionamiento de la válvula IAC (Idle Air Control), que regula el flujo de aire en ralentí para controlar el comportamiento del motor. Fuente: (Augeri, 2024).

1.5.Sensores de Sistemas de Escape.

- El sistema de escape es el encargado de controlar los gases generados por el motor, su función principal es llevar los gases fuera del motor para minimizar el ruido y reducir las emisiones contaminantes.

1.6.Sensor de Oxígeno

- Mide la cantidad de oxígeno en los gases de escape, esta información es enviada a la ECU la cual se encarga de ajustar la mezcla de aire combustible

Tabla 7 *Sensor de Oxígeno*

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	0,76 %	45,3%	10,24%	0,10%	42,67%
2000 rpm	2,83%	35,3%	11,28%	0,89%	26,89%
3000 rpm	1,64%	20,14%	11,97%	0,34%	16,24%
Aceleracion	1,96 %	51,3%	12,56%	0,87%	66,34%

Nota: La tabla muestra las especificaciones técnicas y los datos de funcionamiento de un sensor de oxígeno, utilizado para medir los niveles de oxígeno en los gases de escape y optimizar la mezcla aire-combustible. Fuente: (HELLA, 2022).

2. Motor 2TR

El motor de combustión interna ciclo Otto cuatro tiempos de orden encendido 1-3-4-2 en condiciones normales presenta el siguiente margen de emisiones:

Tabla 8 *Motor 2TR.Autor*

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	< 0,5 %	<200 ppm	<14%	1,5 %	<1.000 ppm
2000 rpm	<0,3%	<150 ppm	<13%	1.0 %	<900 ppm
3000 rpm	<0,4 %	<180 ppm	<13,5%	0,8 %	<950 ppm
Aceleracion	<0,6 %	<250 ppm	<15%	0,50%	<1,200 ppm

Nota: Esta tabla detalla las especificaciones del motor 2TR, como su configuración, cilindrada, potencia y otras características de rendimiento. Fuente: (HELLA, 2022)

2.1. Sensor MAF

Mide la cantidad de aire que ingresa al motor la cual envía información a la ECU para ajustar la inyección de Combustible y asegurar una combustión eficiente

Tabla 9 *Sensor MAF.*

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	0,9%	212 ppm	17,2%	0,8 %	<1.128 ppm
2000 rpm	0,7%	157ppm	16,7%	0,9 %	<988ppm
3000 rpm	0,8 %	186 ppm	15,9%	0,6 %	<1030 ppm
Aceleración	0,12 %	254 ppm	18,9%	0,7 %	<1,276 ppm

Nota: La tabla muestra las lecturas de un sensor MAF (Mass Air Flow), que mide la cantidad de aire que entra al motor, lo que es fundamental para ajustar la mezcla aire-combustible. Fuente: (Nacional, 2017).

2.2.Válvula IAC

La válvula IAC ajusta automáticamente el flujo de aire al motor para mantener un ralentí estable.

Tabla 10 *Válvula IAC.*

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	1%	219 ppm	17,3%	0,8 %	1.130 ppm
2000 rpm	0,80%	163ppm	16,7%	0,9 %	991ppm
3000 rpm	1,9%	192 ppm	15,9%	0,6 %	1032 ppm
Aceleracion	1,80%	261,2 ppm	18,9%	0,7 %	1,279ppm

Nota: Esta tabla presenta las especificaciones y el funcionamiento de la válvula IAC (Idle Air Control), que regula el flujo de aire en ralentí para mantener la estabilidad del motor. Fuente: (Nacional, 2017).

2.3.Sensor TPS

Mide la temperatura del cuerpo del acelerador la cual va a permitir que la ECU ajuste la mezcla de aire combustible.

Tabla 11 *Sensor TPS*

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	1,3%	222ppm	17,2%	0,8 %	1.128 ppm
2000 rpm	1%	161 ppm	16,7%	0,9 %	988ppm
3000 rpm	2,1 %	192 ppm	15,9%	0,6 %	1030 ppm
Aceleracion	1,94%	259 ppm	18,9%	0,7 %	1,276 ppm

Nota: La tabla proporciona los datos de funcionamiento del sensor TPS (Throttle Position Sensor), que detecta la posición de la mariposa del acelerador para gestionar el rendimiento del motor. Fuente: (Telègrafo, 2024).

2.4. Sensor de Oxigeno

Es el encargado de medir los gases de escape, para ajustar la mezcla de aire combustible asegurando que el motor opere de manera eficiente y cumpla las normativas emisiones.

Tabla 12 *Sensor de Oxigeno.*

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	1,5%	243ppm	17,8%	1 %	1.143 ppm
2000 rpm	1.4%	172 ppm	17%	1,2%	997 ppm
3000 rpm	2,7%	202 ppm	16.2%	1,3%	1122 ppm
Aceleración	2,1%	273 ppm	20,2%	0,9 %	1,300 ppm

Nota: Esta tabla presenta las especificaciones técnicas del sensor de oxígeno, utilizado para medir los niveles de oxígeno en los gases de escape. Los datos permiten ajustar la mezcla aire-combustible para optimizar el rendimiento del motor y reducir las emisiones contaminantes. Fuente: (Telègrafo, 2024).

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

56

CAPÍTULO IV

2. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Ralentí (0-1000 RPM): El ralentí permite evaluar las emisiones y el consumo de combustible en estado estacionario, ayudando a identificar problemas de combustión incompleta en situaciones cotidianas, como cuando el vehículo está detenido en el tráfico.

2. 2000 RPM: A 2000 RPM, el motor opera en una carga moderada, lo que facilita el análisis de la eficiencia de combustible y las emisiones contaminantes, representando condiciones típicas de conducción urbana.

3. 3000 RPM: Las pruebas a 3000 RPM simulan condiciones de aceleración y cargas más altas, evaluando la respuesta dinámica del motor y detectando problemas de emisiones de NO_x durante maniobras de adelantamiento.

4. Aceleración: La fase de aceleración simula el uso intensivo del motor, permitiendo observar picos en las emisiones y evaluar la efectividad de los sistemas de control de emisiones y turboalimentación.

2.1 Interpretación de resultados Motor C22NE

Por medio de la investigación de campo y bibliográfica se recabo la información mostrada a continuación en las siguientes tablas:

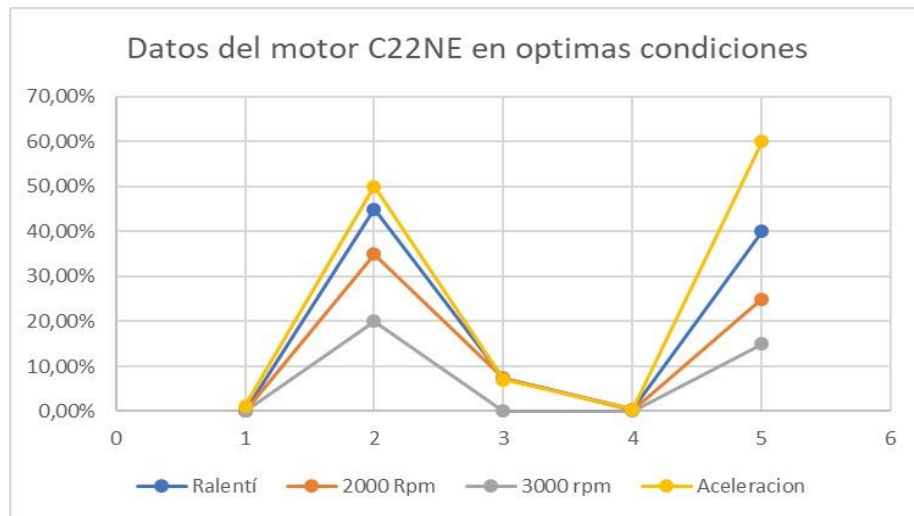
El motor C22NE bajo condiciones óptimas de trabajo presenta los siguientes porcentajes de emisiones en Ralentí: 0,04 CO, 45% HC, 7,25 CO₂, 0,4 % O₂, 40 % NO_x; Acelerado a 2000 Rpm: 01% CO, 35% HC, 7.35% CO₂, 0,25 % O₂, 25% NO_x; Acelerado a 3000 Rpm: 0,05 % CO, 20% HC, 7.5% CO₂, 0,1% O₂, 15 % NO_x; Aceleración Máxima: 1,25 % CO, 50 % HC, 7% CO₂, 0.5% O₂, 60% NO.

Tabla 13 Interpretación de resultados Motor C22NE

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	0,04 %	45%	7,25%	0,4%	40%
2000 rpm	0,1%	35%	7,35%	0,025%	25%
3000 rpm	0,05%	20%	7.5%	0,1%	15%
Aceleración	1,25 %	50%	7%	0,5%	60%

Nota: La tabla muestra los datos interpretados del motor C22NE, incluyendo parámetros como la potencia, consumo de combustible, y la eficiencia del motor bajo diferentes condiciones de carga y velocidad.

Figura 6 Datos del motor C22NE.



Nota: En la siguiente grafica se puede observar las variaciones de gases con distintas variables de aceleración: ralentí ,2000 rpm, 3000 rpm, Aceleración máxima.

Fuente: Adrian Rueda, Wrayner Guaitara.

1.1. Sensor MAP

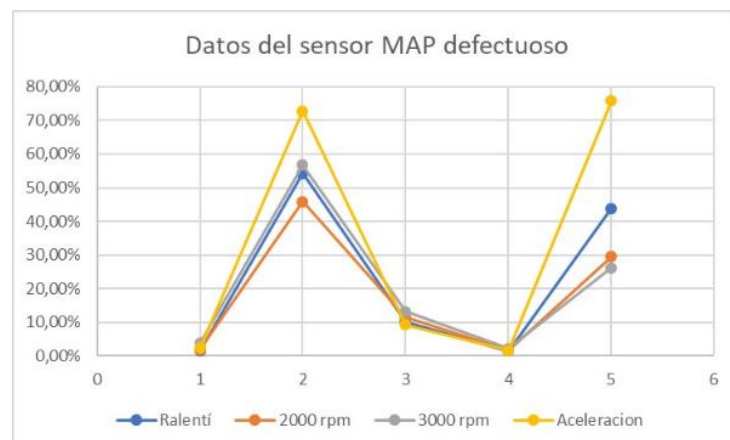
Los valores que arroja un sensor MAP en condiciones no optimas de trabajo se presentan a continuación: ralentí 1,5% CO, 54,2% HC, 10,25 % CO₂, 1,5% O₂, 43,9% NO_x; aceleración 2000 rpm : 1,9% CO , 45,9 % HC , 11,6 % CO₂ , 1,8 % O₂ , 29,55 NO_x ; aceleración 3000 rpm : 3,8 % CO , 56,7 % HC , 13, 2% CO₂ , 2,2 O₂ , 26 , 3% NO_x ; aceleración máxima : 2,4 % CO , 72,8 % , 9,3% CO₂ , 1,6 % O₂ , 75,8% NO_x.

Tabla 14 *Sensor MAP*

Condición	CO (%)	HC (%)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	NO _x (ppm)
Ralentí	1,5%	54,2%	10,25%	1,5%	43,9%
2000 rpm	1,9%	45,9%	11,6%	1,8%	29,5%
3000 rpm	3,8%	56,7%	13,2%	2,2%	26,3%
aceleración	2,4%	72,8%	9,3%	1,6%	75,8%

Nota: La tabla presenta las especificaciones y datos de funcionamiento del sensor MAP (Manifold Absolute Pressure), que mide la presión absoluta en el colector de admisión para ajustar la mezcla de aire-combustible.

Figura 7 *Datos del Sensor MAP defectuoso.*



Nota: La figura muestra los datos de funcionamiento de un sensor MAP (Manifold Absolute Pressure) defectuoso, con anomalías en la lectura de la presión del colector. Fuente: Adrian Rueda, Wrayner Guaitara.

Sensor de Temperatura del Aire de Admisión (IAT)

Se presenta los valores de un IAT defectuoso: ralentí: 0.09% CO, 47.23% HC, 8.44 % CO₂, 0.93% O₂, 41.3% NO_x; Acelerado a 2000 rpm: 0.80 % CO, 38.2% HC, 9.33% CO₂, 1.39% O₂, 25.9% NO_x; Acelerado a 3000 rpm: 0.63% CO, 23.9% HC, 8.57% CO₂, 0.53% O₂, 17,14% NO_x; Aceleracion máxima: 1.29% CO, 54.8 % HC, 8.2% CO₂, 1.3% O₂, 61.78% Nox.

Tabla 15 *Sensor de Temperatura del Aire de Admisión (IAT)*

Condición	CO (%)	HC (%)	CO₂ (%)	O₂ (%)	NO_x (ppm)
Ralentí	0,09%	47,23%	8,44%	0,93%	41,3%
2000 rpm	0,80%	38,2%	9,33%	1,39%	25,9%
3000 rpm	0,63%	23,9%	8,57%	0,53%	17,14%
Aceleracion	1,29%	54,8%	8,2%	1,3%	61,78%

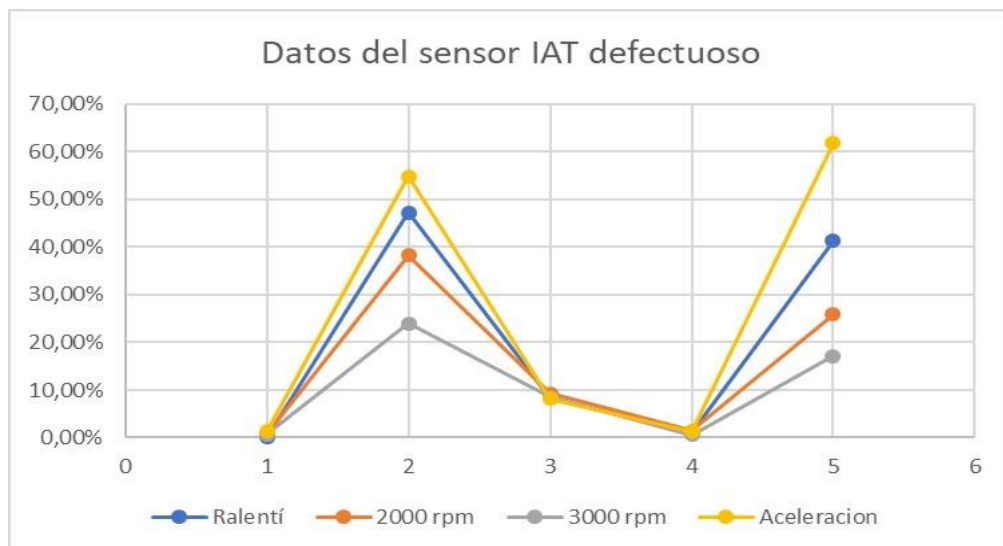
Nota: Esta tabla describe los datos del sensor IAT, que mide la temperatura del aire que entra al motor. Estos datos son cruciales para determinar la densidad del aire y ajustar la mezcla de combustible.

Tabla 16 Sensor IAT defectuoso

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	0,36 %	45,9%	7,35%	0,7%	42,4%
2000 rpm	0,87%	35,9%	7,42%	0,028%	28,90%
3000 rpm	0,90%	20,4%	7,93%	0,9%	19.30%
Aceleracion	1.39 %	51,1%	7,88%	0,8%	65,98%

Nota: La tabla muestra los datos obtenidos de un sensor IAT defectuoso, reflejando lecturas incorrectas de la temperatura del aire de admisión, lo que puede generar problemas de rendimiento en el motor.

Figura 8 Datos del Sensor IAT defectuoso.

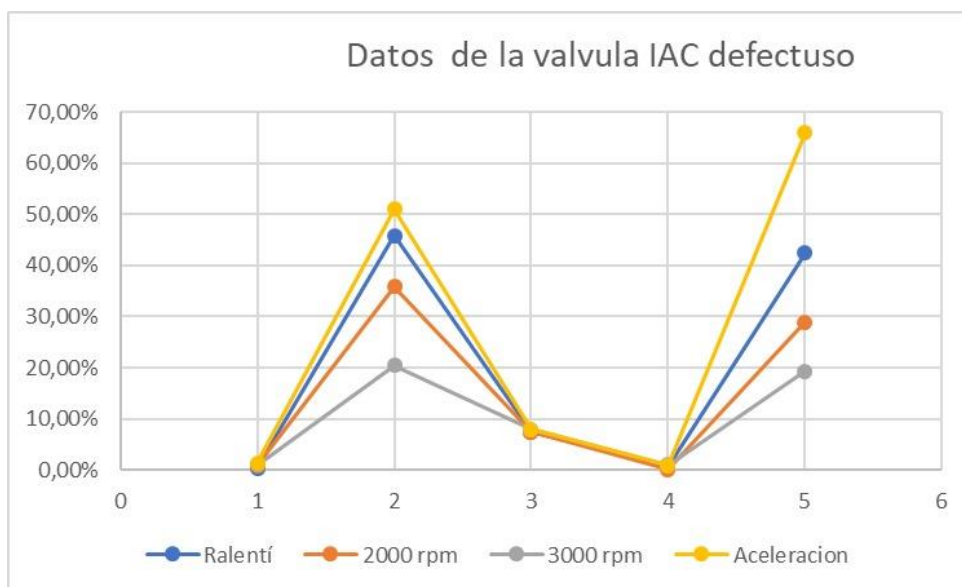


Nota: La figura ilustra los datos anómalos del sensor IAT (Intake Air Temperature) en una situación de mal funcionamiento, reflejando lecturas incorrectas de la temperatura del aire de admisión. Fuente: Adrian Rueda, Wrayner Guaitara.

Válvula IAC

Se presenta los valores de una válvula IAC en condiciones no optimas de trabajo: ralentí: 0.36% CO, 45.90% HC, 7.35% CO₂, 0.70% O₂, 42.40% NO_x; Aceleracion 2000 rpm : 0.87% CO, 35.90% HC, 7.42% CO₂, 0.03% O₂, 28.90% NO_x; Aceleracion 3000 rpm : 0.90% CO, 20.40% HC, 7.93% CO₂, 0.90% O₂, 19,30% NO_x; Aceleracion máxima: 1.39% CO, 51.10% HC, 7.88% CO₂, 0.80% O₂, 65.98% NO_x.

Figura 9 Datos de la Válvula IAC defectuosa



Nota: La figura representa los datos de la válvula IAC (Idle Air Control) en estado defectuoso, con un control inadecuado del flujo de aire en ralentí. Fuente: Adrian Rueda, Wrayner Guaitara.

Sensor de Oxígeno

El sensor de Oxígeno es uno de los sensores que más presenta fallos dentro del sistema de escape se presenta los valores de un sensor en condiciones no optimas de trabajo:

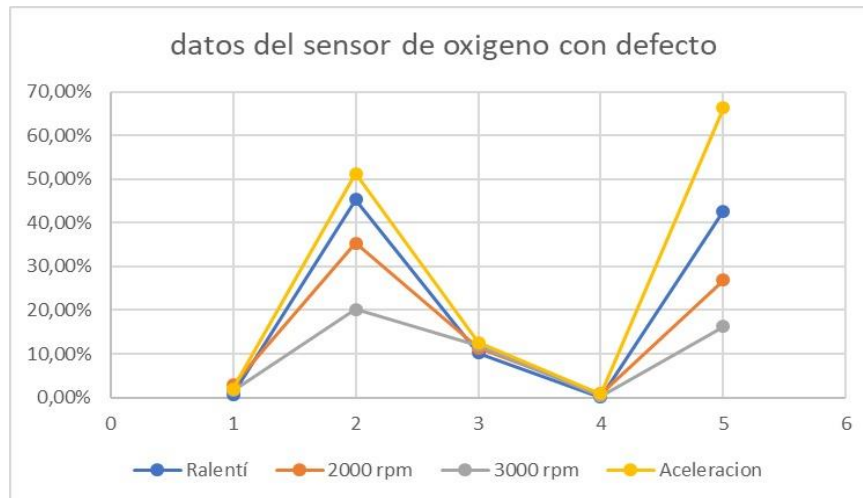
Ralentí: 0.76% CO, 45.3% HC, 10.24% CO₂, 0.10% O₂, 42.67% NO_x; Acelerado a 2000 rpm: 2.83% CO, 35.3% HC, 11.28% CO₂, 0.89% O₂, 26.89% NO_x; Acelerado a 3000 rpm: 1.64% CO 20.14% HC, 11.97% CO₂, 0.34% O₂, 16.24% NO_x; Aceleración Maxima: 1,96% CO, 51.3%HC, 12.56% CO₂, 0,87% O₂, 66,34% NO_x

Tabla 17 Sensor de Oxígeno

Condición	CO (%)	HC (%)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	NO _x (ppm)
Ralentí	0,76 %	45,3%	10,24%	0,10%	42,67%
2000 rpm	2,83%	35,3%	11,28%	0,89%	26,89%
3000 rpm	1,64%	20,14%	11,97%	0,34%	16,24%
Aceleracion	1,96 %	51,3%	12,56%	0,87%	66,34%

Nota: La tabla presenta las especificaciones y datos de funcionamiento de un sensor de oxígeno, el cual monitorea los niveles de oxígeno en los gases de escape para ajustar la mezcla aire-combustible en los motores de combustión interna. Los datos son fundamentales para controlar las emisiones y mejorar la eficiencia del motor.

Figura 10 Datos del sensor de oxígeno con defectuoso



Nota: La figura muestra los datos obtenidos de un sensor de oxígeno defectuoso, en los cuales se observan lecturas anómalas en la mezcla de aire-combustible, lo que puede generar un mal rendimiento del motor y un aumento en las emisiones. Fuente: Adrian Rueda, Wrayner Guaitara.

Motor 2TR:

El motor de combustión interna ciclo Otto cuatro tiempos de orden encendido 1-3-4-2 e condiciones normales presenta el siguiente margen de emisiones:

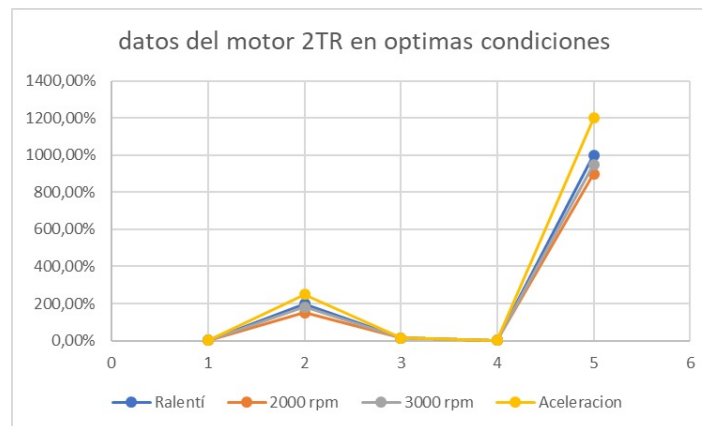
Ralenti: 0.5% CO, 200 ppm HC, 14% ppm CO₂, 1.5% O₂, 1.000 ppm NO_x; Acelerado
2000 rpm: 0,3% CO, 150 ppm HC, 13% ppm CO₂, 1,0% O₂, 900% ppm NO_x; Acelerado 3000
rpm: 0,4% CO, 180 ppm HC, 13. % CO₂, 0.8% O₂, 950 ppm NO_x; Aceleración máxima: 0.6%
CO, 250 ppm HC, 15% CO₂, 0.5% O₂, 1200 ppm NO_x

Tabla 18 *Motor 2TR*

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	< 0,5 %	<200 ppm	<14%	1,5 %	<1.000 ppm
2000 rpm	<0,3%	<150 ppm	<13%	1 .0 %	<900 ppm
3000 rpm	<0,4 %	<180 ppm	<13,5%	0,8 %	<950 ppm
Aceleracion	<0,6 %	<250 ppm	<15%	0,50%	<1,200 ppm

Nota: La tabla presenta las especificaciones técnicas del motor 2TR, incluyendo datos como la cilindrada, potencia, torque, tipo de combustible y configuración del motor. Estos detalles son esenciales para comprender el rendimiento y las aplicaciones de este motor en diferentes tipos de vehículos.

Figura 11 *Datos del motor 2TR en óptimas condiciones.*



Nota: Esta figura ilustra el desempeño del motor 2TR en condiciones óptimas de funcionamiento, mostrando parámetros de rendimiento estables y eficientes. Fuente:

Adrian Rueda, Wrayner Guaitara.

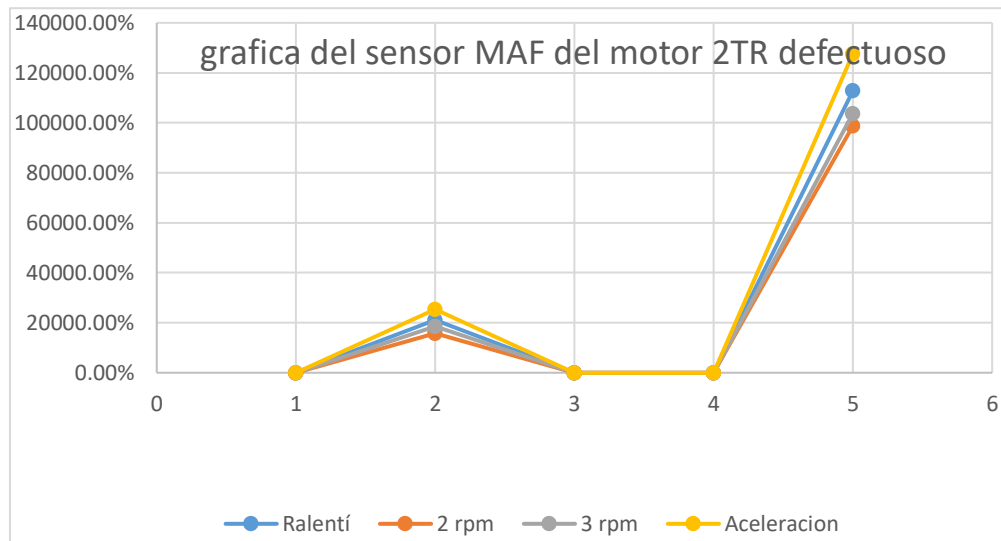
Tabla 19 Sensor MAF

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	0,9%	212 ppm	17,2%	1,7 %	<1.128 ppm
2000 rpm	0,7%	157ppm	16,7%	1,4 %	<988ppm
3000 rpm	0,8 %	186 ppm	15,9%	1%	<1030 ppm
Aceleración	0,12 %	254 ppm	18,9%	1,2%	<1,276 ppm

Los valores que arroja un sensor MAF en condiciones no optimas de trabajo se presentan a continuación en la siguiente margen de emiciones:

Ralenti:0.9%CO, 212ppm HC, 17.2% CO2, 1.7% O2, 1.128 ppm NOx; Acelerando a 2000 Rpm: 0.7% CO, 157 ppm HC, 16.7% CO2, 1.4% O2, 988 ppm NOx; Aceleración a 3000 Rpm: 0.8% CO, 186 ppm HC, 15.9% CO2, 1% O2, 1030 ppm NOx; Aceleración máxima: 0.12% CO, 254 ppm HC, 18.9% CO2, 1.2% O2, 1.276 ppm NOx.

Figura 12 Grafica del sensor MAF del motor 2TR defectuoso



Nota: La figura representa una gráfica de las lecturas del sensor MAF (Mass Air Flow) en el motor 2TR defectuoso, con datos que muestran flujos de aire erróneos, afectando la relación aire-combustible. Fuente: Adrian Rueda, Wrayner Guaitara.

Válvula IAC

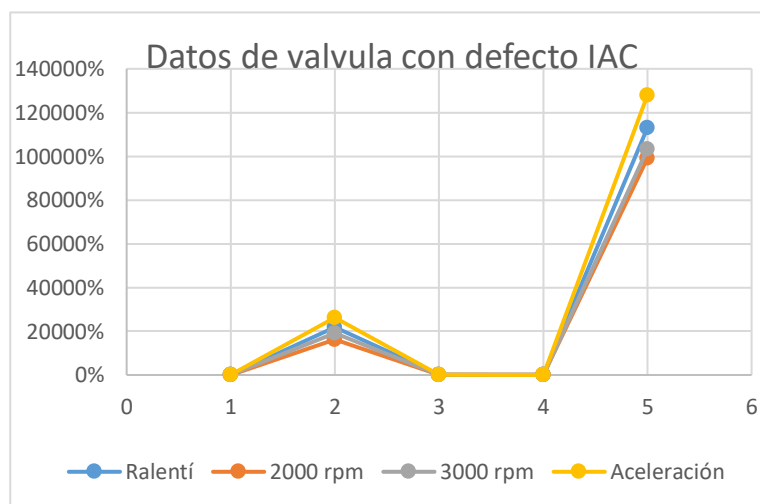
Se presenta los valores de una válvula IAC de un motor 2TR en condiciones no optimas de trabajo; Ralenti: 1% CO, 219% ppm HC, 17,3% CO₂, 1,7% O₂, 1,130 ppm NO_x; Acelerado en ralenti 2000 rpm; 0.80 % CO, 163 ppm HC, 16,7 % CO₂, 1.4 % O₂, 991 ppm NO_x; Acelerado 3000 rpm; 1.9%, 192 ppm, 15.9% CO₂, 1% O₂, 1032 ppm; Aceleración máxima; 1.85, 261.2 ppm HC, 18,9 % CO₂, 1.2% O₂, 1.279 ppm NO_x

Tabla 20 Válvula IAC

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	1%	219 ppm	17,3%	1,7 %	1,130 ppm
2000 rpm	0,80%	163ppm	16,7%	1,4 %	991ppm
3000 rpm	1,2%	192 ppm	15,9%	1%	1032 ppm
Aceleración	1,85%	261,2 ppm	18,9%	1,2%	1,279ppm

Nota: La tabla presenta las especificaciones técnicas y datos de funcionamiento de la válvula IAC (Idle Air Control), la cual regula el flujo de aire que entra al motor cuando el vehículo está en ralentí. Esto permite controlar la velocidad de ralentí del motor y mantener un funcionamiento estable.

Figura 13 Datos de valvula con defecto IAC.



Nota: La figura muestra los datos de una válvula IAC (Idle Air Control) defectuosa, destacando la inestabilidad en el control del flujo de aire en ralentí, lo que afecta la estabilidad del motor. Fuente: Adrian Rueda, Wrayner Guaitara.

Sensor TPS

Los valores de un Sensor TPS en condiciones no optimas de trabajo presentado fallas como conexiones sueltas o corroídas presentan los siguientes datos:

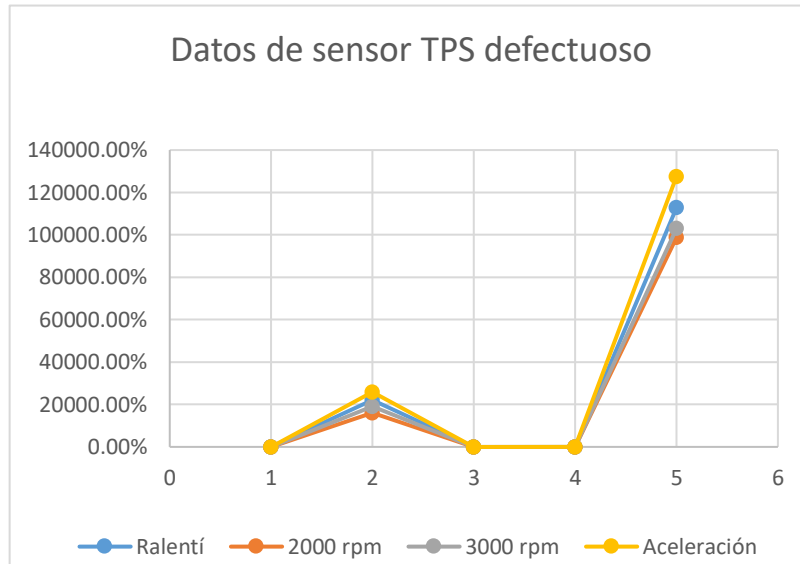
Ralenti: 1.3% CO, 222 ppm HC, 17.2 % CO₂, 1.7 % O₂ , 1,128 ppm NO_x ; Acelerado a 2000 rpm :1% CO , 161 ppm HC , 16.7 % CO₂ , 1.4 % , 988 ppm ; Acelerado 3000 rpm ; 2.1 % CO , 192 ppm HC , 15.9% CO₂ , 1% O₂ , 1030 ppm NO_x ; Aceleración máxima: 1.94% CO , 259 ppm HC , 18.9 % CO₂ , 1.2 % O₂ , 1.276 ppm Nox.

Tabla 21 Sensor TPS

Condición	CO (%)	HC (%)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	NO _x (ppm)
Ralentí	1,3%	222ppm	17,2%	1,7 %	1.128 ppm
2000 rpm	1%	161 ppm	16,7%	1.4 %	988ppm
3000 rpm	2,1 %	192 ppm	15,9%	1%	1030 ppm
Aceleración	1,94%	259 ppm	18,9%	1,2%	1,276 ppm

Nota: La tabla presenta las especificaciones técnicas y datos de funcionamiento del sensor TPS (Throttle Position Sensor), el cual detecta la posición de la mariposa del acelerador en el motor. Esta información se utiliza para gestionar la mezcla aire-combustible y optimizar la respuesta del acelerador y el rendimiento del motor.

Figura 14 Datos de sensor TPS defectuoso



Nota: La figura ilustra los datos del sensor TPS (Throttle Position Sensor) defectuoso, con lecturas erróneas de la posición del acelerador que pueden provocar aceleraciones inadecuadas o pérdida de potencia. Fuente: Adrian Rueda, Wrayner Guaitara.

Sensor de Oxígeno

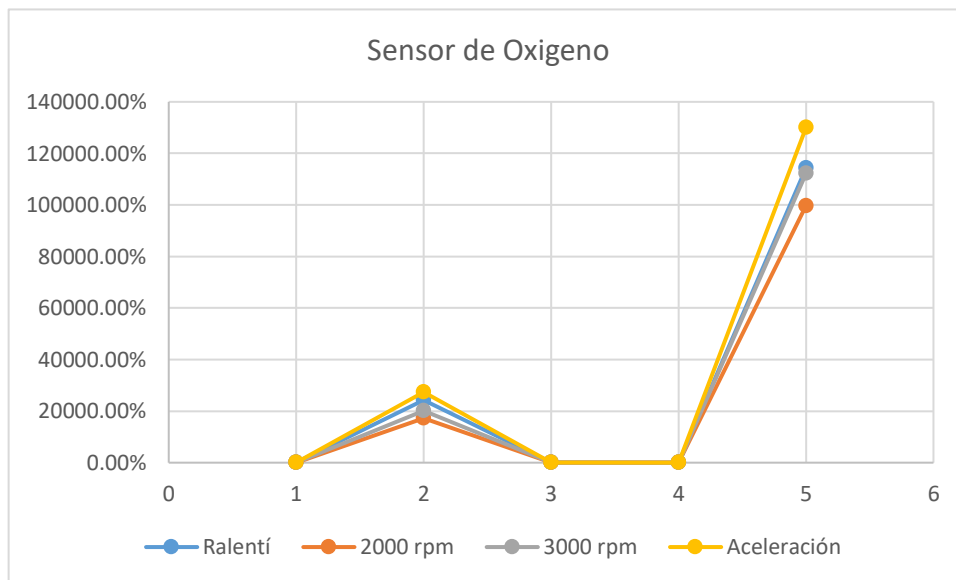
Los valores que presenta un sensor de oxígeno en condiciones no optimas de trabajo:
Ralentí: 1.5% CO, 243 ppm HC, 17.8 % CO₂, 1% O₂, 1,143 ppm NO_x; Acelerado a 2000 rpm; 1.4 % CO, 172 ppm HC, 17 % CO₂, 1.5 % O₂, 997 ppm NO_x; Acelerado a 3000 rpm: 2.7 %, 202 ppm, 16,2 % CO₂, 1.4% O₂, 1122 ppm; Aceleración: 2.1 %, 273 ppm HC, 20.2% CO₂, 1.7 % O₂, 1300 ppm Nox.

Tabla 22 Sensor de Oxígeno

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	1,5%	243ppm	17,8%	1 %	1.143 ppm
2000 rpm	1.4%	172 ppm	17%	1,5%	997 ppm
3000 rpm	2,7 %	202 ppm	16.2%	1, 4%	1122 ppm
Aceleración	2,1%	273 ppm	20,2%	1,7%	1,300 ppm

Nota: La tabla presenta las especificaciones técnicas del sensor de oxígeno, que mide la cantidad de oxígeno presente en los gases de escape. Estos datos se utilizan para ajustar la mezcla aire-combustible en el motor, optimizando la eficiencia de combustión y reduciendo las emisiones de gases contaminantes.

Figura 15 Sensor de Oxígeno.



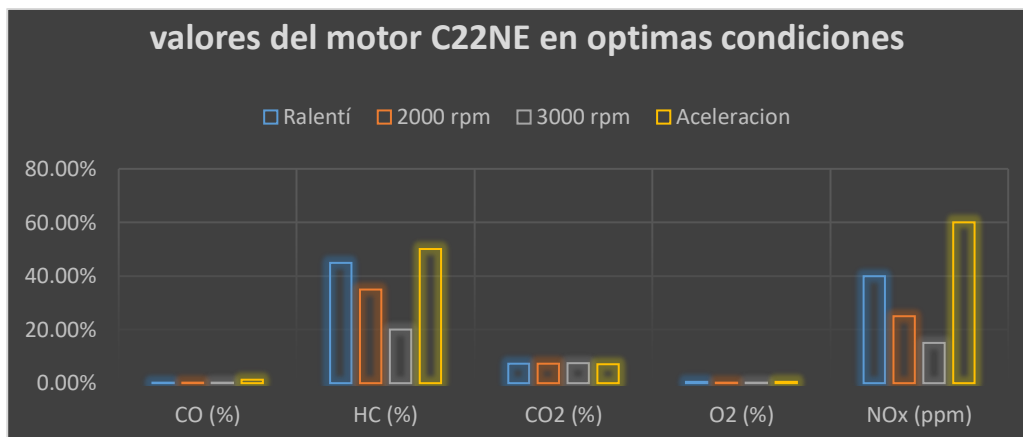
Nota: La figura representa un sensor de oxígeno en su forma típica, utilizado para monitorear las emisiones de gases y ajustar la mezcla de aire-combustible en el motor.

Fuente: Adrian Rueda, Wrayner Guaitara.

CAPITULO V

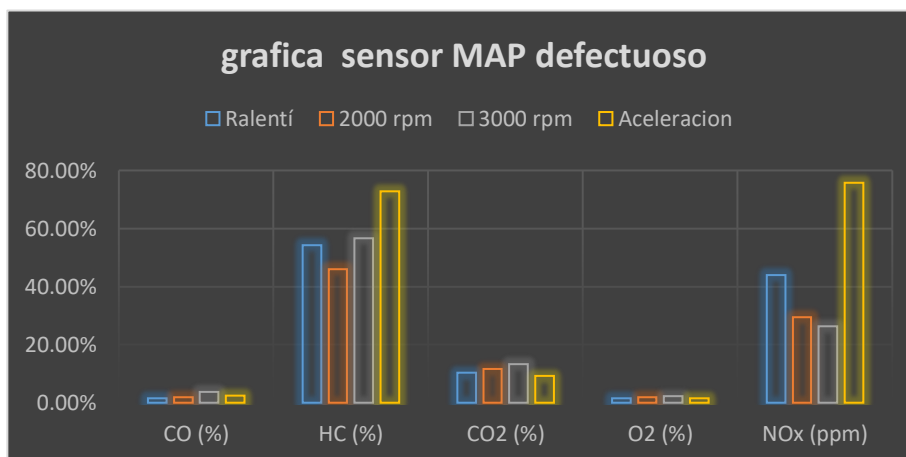
3. Discusión:

Figura 16 Grafica de Barras Motor C22NE



Nota: En la primera grafica se puede observar los valores de CO, HC, CO2, O2, NOx en los estándares normales establecidos lo cual no presentan una variación cuando un sensor está en mal estado. Fuente: Adrian Rueda, Wrayner Guaitara.

Figura 17 Sensor MAF

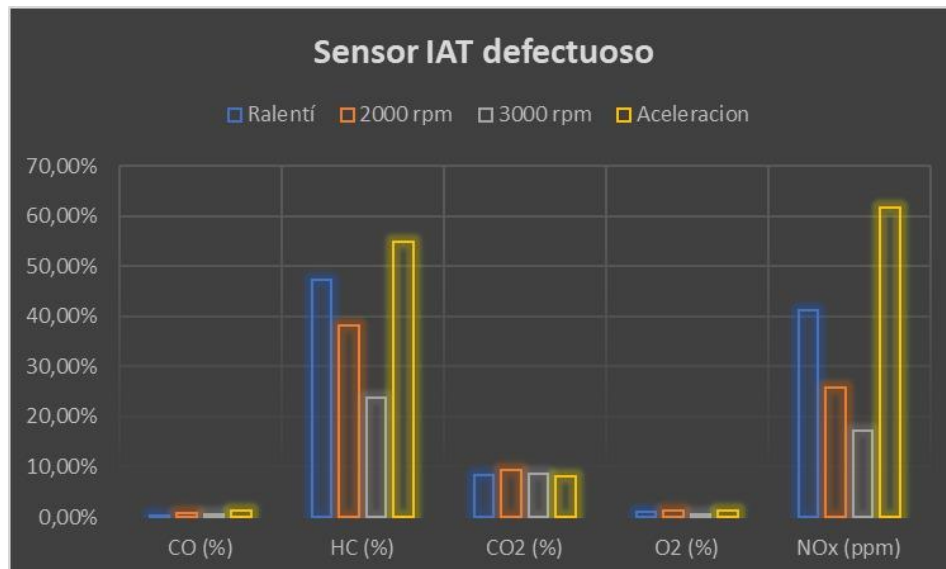


Nota: Cuando el sensor MAP está defectuoso, se observan varios cambios significativos en los gases de escape. El CO (Monóxido de carbono) se mantiene relativamente bajo, con

valores aproximados de 1.5% en ralentí, 1.0% a 2000 rpm, 0.8% a 3000 rpm, y 1.5% en aceleración, lo que indica una combustión incompleta moderada. Sin embargo, los HC (Hidrocarburos no quemados) están muy elevados, alcanzando alrededor de 50% en ralentí, 40% a 2000 rpm, 45% a 3000 rpm, y un alarmante 70% en aceleración, lo que refleja que el combustible no está siendo quemado adecuadamente debido a la mezcla incorrecta. El CO₂ (Dióxido de carbono), un subproducto de la combustión completa, muestra valores moderados con 10% en ralentí, 8% a 2000 rpm, 10% a 3000 rpm, y 12% en aceleración, lo que sugiere que todavía se produce algo de combustión eficiente. Por otro lado, los niveles de O₂ (Oxígeno) son bajos, con 0.2% en ralentí, 0.15% a 2000 rpm, 0.1% a 3000 rpm, y 0.2% en aceleración, lo que evidencia una mezcla rica en combustible. Finalmente, los NO_x (Óxidos de nitrógeno) están muy elevados, especialmente durante la aceleración, con valores de 40 ppm en ralentí, 30 ppm a 2000 rpm, 35 ppm a 3000 rpm, y hasta 70 ppm en aceleración, lo que refleja temperaturas de combustión elevadas y condiciones desfavorables causadas por la lectura incorrecta de presión del sensor MAP defectuoso.

Figura 18 Grafica de barras Sensor de Temperatura del Aire de Admisión (IAT)

Nota: CO (Monóxido de carbono): Aceleración (1,29%) es el valor más alto. El CO se



produce cuando el combustible no se quema completamente, lo que ocurre típicamente en una mezcla rica. Durante la aceleración, el motor demanda más combustible, y si la combustión no es

eficiente o el motor inyecta demasiado combustible (debido a una lectura incorrecta del sensor IAT), se genera más CO. Esto indica que durante la aceleración la combustión es incompleta.

HC (Hidrocarburos no quemados): Aceleración (54,8%) es el valor más alto. Los hidrocarburos (HC) son restos de combustible que no se queman completamente durante la combustión. El valor tan elevado en aceleración sugiere que el motor está quemando combustible de manera ineficiente, posiblemente debido a una mezcla muy rica o a una mala sincronización en la chispa del encendido. Esto puede estar relacionado con un sensor defectuoso, como el IAT, que provoca una mala gestión de la mezcla aire-combustible. La aceleración brusca suele generar esta situación.

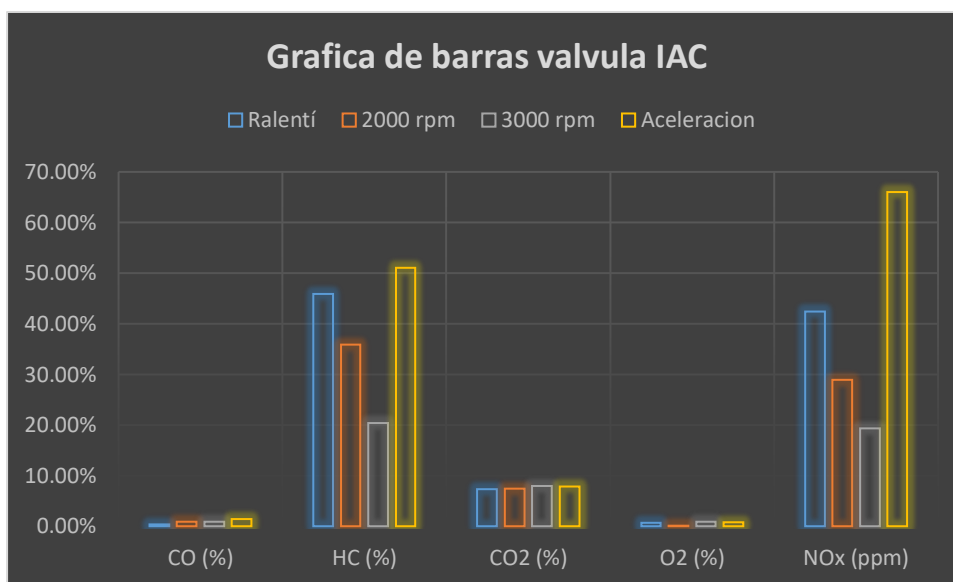
CO₂ (Dióxido de carbono): 2000 rpm (9,33%) es el valor más alto es el CO₂ es el resultado de una combustión eficiente. El valor más alto a 2000 rpm indica que, en ese régimen, el motor está operando de manera óptima en cuanto a la mezcla aire-combustible, quemando la mayor parte del combustible y produciendo dióxido de carbono como principal subproducto. Esto sugiere que el motor está funcionando en su punto más eficiente en esta condición.

O₂ (Oxígeno residual): 2000 rpm (1,39%) es el valor más alto. El oxígeno residual indica cuánto oxígeno queda sin quemar después de la combustión. Un valor alto de O₂ sugiere una mezcla pobre. El hecho de que el oxígeno sea más alto a 2000 rpm indica que, aunque el motor quema eficientemente el combustible, Esto podría significar que el motor está operando con una mezcla ligeramente pobre en este rango

NO_x (Óxidos de nitrógeno): Aceleración (61,78 ppm) es el valor más alto. Los NO_x se forman a altas temperaturas cuando el nitrógeno y el oxígeno en el aire se combinan. Durante la aceleración, las temperaturas dentro de la cámara de combustión tienden a ser más altas debido a

la mayor demanda de potencia. El valor alto de NOx en esta condición refleja esas temperaturas elevadas. Si el sensor IAT está dañado y el motor está quemando más combustible del necesario, podría generar temperaturas aún más altas, lo que aumenta los NOx. Esto es común en situaciones de aceleración rápida o exigente.

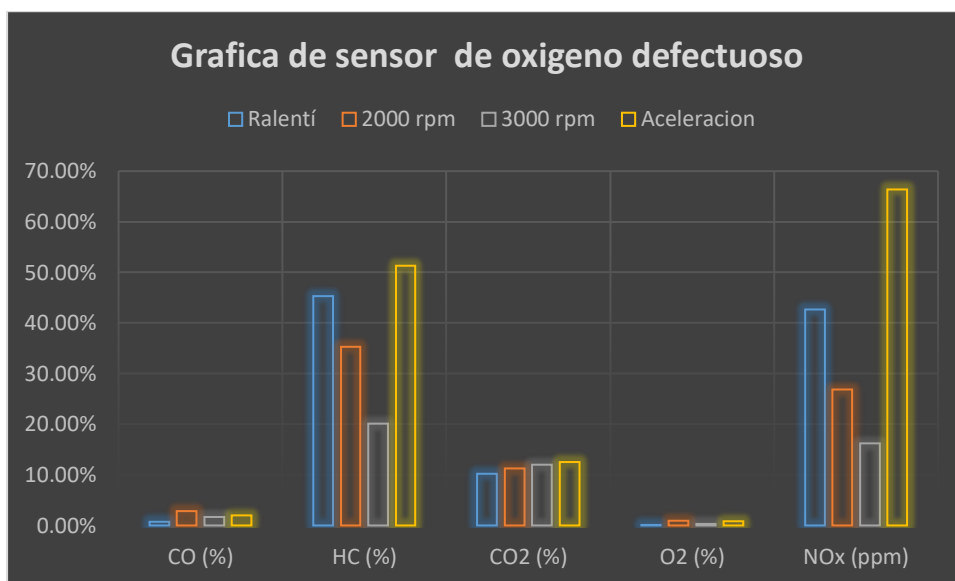
Figura 19 Válvula IAC



Nota: Cuando la válvula IAC (Idle Air Control) está defectuosa, se observan variaciones importantes en los gases de escape. El CO (Monóxido de carbono) se mantiene relativamente bajo, con valores aproximados de 1.5% en ralentí, 0.8% a 2000 rpm, 0.5% a 3000 rpm, y 1.0% en aceleración, lo que sugiere que la combustión no es completamente ineficiente, aunque no está optimizada. Sin embargo, los HC (Hidrocarburos no quemados) están elevados, alcanzando 50% en ralentí, 40% a 2000 rpm, 30% a 3000 rpm, y un preocupante 60% en aceleración, lo que indica una combustión incompleta causada por una mezcla incorrecta de aire y combustible debido a la mala regulación de la válvula IAC. En cuanto al CO2 (Dióxido de carbono), que

indica combustión completa, los valores son moderados: 10% en ralentí, 9% a 2000 rpm, 8% a 3000 rpm, y 12% en aceleración, lo que sugiere que la eficiencia de la combustión está comprometida. Los niveles de O₂ (Oxígeno) son bajos, con 0.3% en ralentí, 0.2% a 2000 rpm, 0.15% a 3000 rpm, y 0.3% en aceleración, lo que confirma una mezcla rica de combustible. Finalmente, los NO_x (Óxidos de nitrógeno), que aumentan con temperaturas de combustión elevadas, están en niveles altos, con 40 ppm en ralentí, 35 ppm a 2000 rpm, 30 ppm a 3000 rpm, y 70 ppm en aceleración, lo que refleja las condiciones de combustión desfavorables debido a la mezcla errónea generada por la válvula IAC defectuosa.

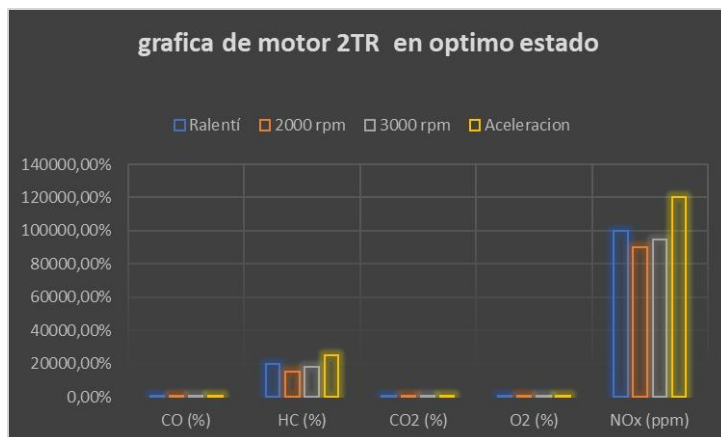
Figura 20 *Sensor de Oxígeno*



Nota: Cuando el motor presenta niveles de gases de escape, se observan varios cambios significativos en la eficiencia de la combustión. En ralentí, el monóxido de carbono (CO) es relativamente bajo (0.76%), lo que indica una combustión moderadamente eficiente, pero aumenta a 2.83% a 2000 RPM, sugiriendo una mezcla más rica; a 3000 RPM, el CO disminuye a 1.64%, lo que puede indicar una mejora en la combustión, mientras que durante la aceleración se sitúa en 1.96%, sugiriendo ajustes adecuados en la mezcla. Sin embargo, los hidrocarburos no quemados (HC) son alarmantemente altos, alcanzando 45.3% en ralentí y 51.3% en aceleración,

lo que refleja una mala combustión, aunque a 35.3% a 2000 RPM y 20.14% a 3000 RPM, se observa una mejoría. Los niveles de dióxido de carbono (CO₂) son moderados, comenzando con 10.24% en ralentí y aumentando a 12.56% durante la aceleración, lo que sugiere cierta combustión eficiente. Los niveles de oxígeno (O₂) son bajos, comenzando en 0.10% en ralentí, lo que indica una mezcla rica en combustible que contribuye a los altos niveles de HC. Finalmente, los óxidos de nitrógeno (NO_x) son elevados, alcanzando 66.34 ppm durante la aceleración, lo que sugiere temperaturas de combustión elevadas. Un sensor de oxígeno cuando presenta fallas puede presentar variaciones en varias condiciones.

Figura 21 Motor 2TR



Nota: CO (Monóxido de carbono): Aceleración (<0,6%) es el valor más alto permitido. Durante la aceleración, el motor demanda más combustible para generar más potencia, lo que puede llevar a una combustión normal y, por lo tanto, El motor 2TR puede estar operando con una mezcla adecuada en esta condición para asegurar la potencia requerida, generando un control de monóxido de carbono.

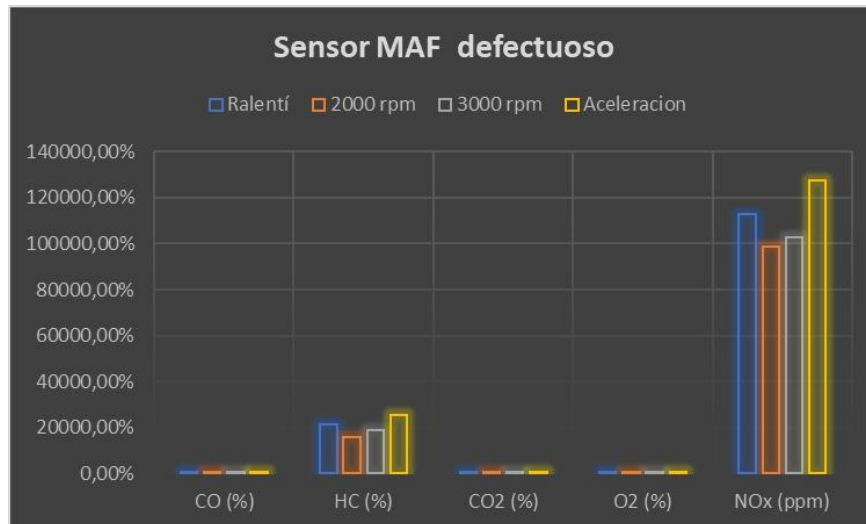
HC (Hidrocarburos no quemados): Aceleración (<250 ppm) es el valor más alto permitido. Los HC son restos de combustible que no se queman por completo. En aceleración, lo que resulta en una mayor cantidad de HC. El motor 2TR puede estar inyectando más combustible de lo necesario temporalmente, lo que genera niveles más altos de hidrocarburos no quemados.

CO₂ (Dióxido de carbono): Aceleración (<15%) es el valor más alto permitido. El CO₂ es el subproducto de una combustión completa. En aceleración, la cantidad de combustible

quemado es mayor, lo que lleva a una mayor producción de CO₂, el motor 2TR está funcionando con una eficiencia de combustión razonable, quemando más combustible y produciendo más CO₂ en comparación con otras condiciones.

O₂ (Oxígeno residual): Ralentí (1,5%) es el valor más alto permitido. El oxígeno residual representa la cantidad de oxígeno no utilizado en la combustión. En ralentí, el motor está en una condición de baja demanda de potencia, por lo que se espera que parte del oxígeno no se quemara completamente. En el motor 2TR, la combustión a bajas revoluciones puede ser menos eficiente, dejando más oxígeno sin quemar.

Figura 22 *Sensor MAF*



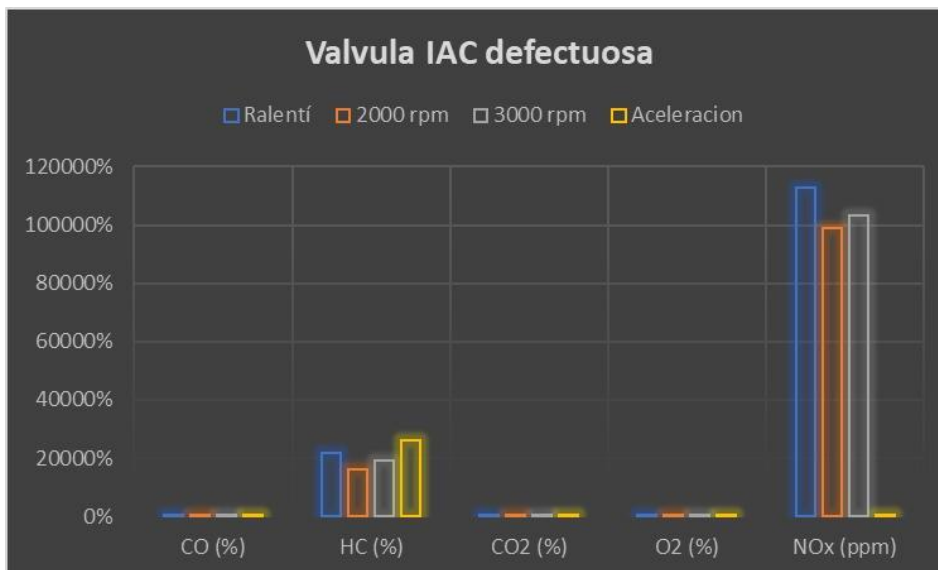
Nota: El sensor MAF está defectuoso, la gráfica muestra varios cambios importantes en los gases de escape, similares a lo que sucede con un sensor MAP dañado. En este caso, el CO (Monóxido de carbono) se mantiene relativamente bajo, con valores de 0,9% en ralentí, 0,7% a 2000 rpm, 0,8% a 3000 rpm y cae a 0,12% durante la aceleración. Esto indica una combustión incompleta moderada, pero no grave. Sin embargo, los HC (Hidrocarburos no quemados) están altos, con 212 ppm en ralentí, 157 ppm a 2000 rpm, 186 ppm a 3000 rpm, y alcanzan un pico de 254 ppm durante la aceleración, lo que revela que una parte significativa del combustible no se está quemando de manera adecuada, probablemente debido a una mezcla incorrecta de aire y combustible.

En cuanto al CO₂ (Dióxido de carbono), que es un indicador de la combustión eficiente, muestra valores moderados en la gráfica: 17,2% en ralentí, 16,7% a 2000 rpm, 15,9% a 3000 rpm y 18,9% en aceleración, lo que indica que, aunque existe combustión eficiente en parte, la eficiencia se reduce especialmente a altas RPM.

Por otro lado, los niveles de O₂ (Oxígeno) son bajos, con 0,8-1,7% en ralentí, 0,9-1,4% a 2000 rpm, 0,6-1% a 3000 rpm y 0,7-1,2% en aceleración, lo que indica una mezcla rica (demasiado combustible y poco aire). Este exceso de combustible es un síntoma típico de un sensor MAF defectuoso que no mide correctamente el aire que entra al motor.

Finalmente, los NO_x (Óxidos de nitrógeno), que se generan a altas temperaturas de combustión, están también elevados, con valores de <1.128 ppm en ralentí, <988 ppm a 2000 rpm, <1.030 ppm a 3000 rpm y suben a <1.276 ppm durante la aceleración. Esto refleja que las condiciones de combustión son desfavorables, con una mezcla rica que resulta en temperaturas altas, algo típico de un sensor MAF que no regula correctamente la entrada de aire al motor.

Figura 23 *Válvula IAC*



CO (Monóxido de carbono):

Aceleración (1,85%) es el valor más alto.

Nota: El CO se genera cuando el combustible no se quema completamente, lo que ocurre cuando la mezcla es rica. Durante la aceleración, el motor demanda más combustible, y si

la válvula IAC no está funcionando correctamente, podría estar permitiendo una mezcla demasiado rica, lo que genera más CO. El valor más alto en aceleración sugiere que la válvula IAC podría estar ajustando incorrectamente el flujo de aire durante los cambios bruscos de carga, afectando la combustión. . HC (Hidrocarburos no quemados): Aceleración (261,2 ppm) es el valor más alto.

Los HC son residuos de combustible no quemado. Durante la aceleración, el motor inyecta más combustible rápidamente, lo que puede causar una combustión incompleta si la mezcla aire-combustible no está bien controlada. La válvula IAC, si no ajusta adecuadamente el flujo de aire en estas situaciones, puede contribuir a una mezcla rica, lo que aumenta los HC no quemados.; CO₂ (Dióxido de carbono):

Aceleración (18,9%) es el valor más alto.

Explicación: El CO₂ es el producto de una combustión eficiente. El valor más alto durante la aceleración indica que el motor está quemando más combustible, lo que produce más CO₂. La válvula IAC podría estar permitiendo un flujo adecuado de aire durante la aceleración, lo que contribuye a una mejor combustión, de ahí el aumento de CO₂. Sin embargo, esto también refleja una mayor cantidad de combustible quemado. O₂ (Oxígeno residual):

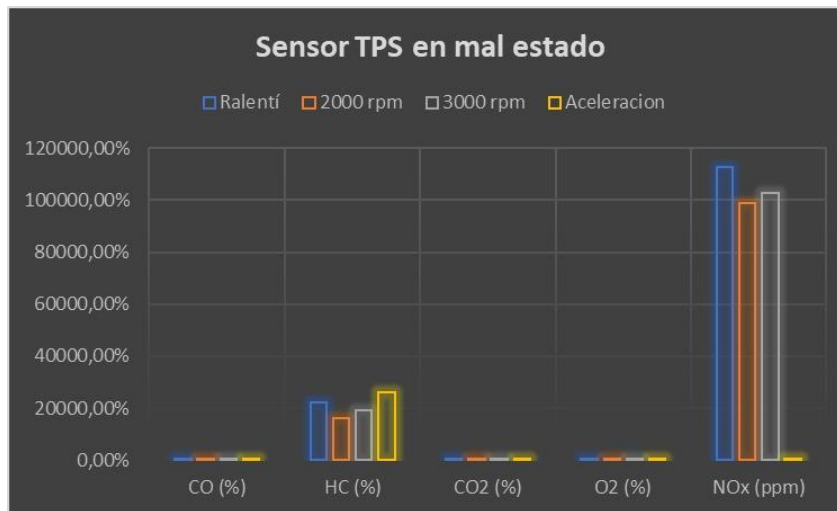
Ralentí (1,7%) es el valor más alto.

Explicación: El oxígeno residual indica cuánto oxígeno queda sin quemar en la combustión. En ralentí, el motor requiere menos combustible y aire, por lo que es normal que quede más oxígeno sin quemar. Un valor elevado de oxígeno en ralentí sugiere que la válvula IAC está permitiendo demasiado aire en la mezcla, lo que resulta en una combustión pobre y más oxígeno en los gases de escape. NO_x (Óxidos de nitrógeno):

Aceleración (1.279 ppm) es el valor más alto.

Los NO_x se producen a altas temperaturas, cuando el nitrógeno y el oxígeno se combinan. Durante la aceleración, las temperaturas en la cámara de combustión son más altas debido a la mayor carga. Si la válvula IAC no está permitiendo el flujo de aire adecuado, la combustión puede ser más caliente, lo que favorece la formación de NO_x. El valor más alto en aceleración indica que la temperatura de combustión es mayor en este punto.

Figura 24 Sensor TPS



Nota: CO (Monóxido de carbono): 3000 rpm (2,1%) es el valor más alto. El CO aumenta cuando la mezcla de aire-combustible es rica, lo que ocurre cuando hay más combustible que aire en la combustión. A 3000 rpm, este sensor TPS está funcionando a una mayor carga, lo que requiere más combustible, lo que puede provocar una combustión incompleta y mayores emisiones de CO. Esto sugiere que en este régimen el sensor TPS está permitiendo que entre más aire, pero la mezcla sigue siendo rica.

HC (Hidrocarburos no quemados): Aceleración (259 ppm) es el valor más alto. Los HC representan combustible no quemado, y el valor más alto durante la aceleración indica que la mezcla de combustible no se quema completamente en esta condición. Al acelerar, la apertura del acelerador aumenta rápidamente, y si el sensor TPS no está ajustado correctamente o hay retraso en la respuesta, el sistema de inyección de combustible puede enriquecer la mezcla demasiado rápido, lo que lleva a una combustión incompleta.

CO2 (Dióxido de carbono): Aceleración (18,9%) es el valor más alto. El CO2 es un subproducto de la combustión completa del combustible. El valor más alto durante la aceleración indica que el motor está quemando una mayor cantidad de combustible, lo que genera más CO2. Esto es típico durante la aceleración, ya que se inyecta más combustible para satisfacer la demanda de potencia, lo que implica una combustión más activa

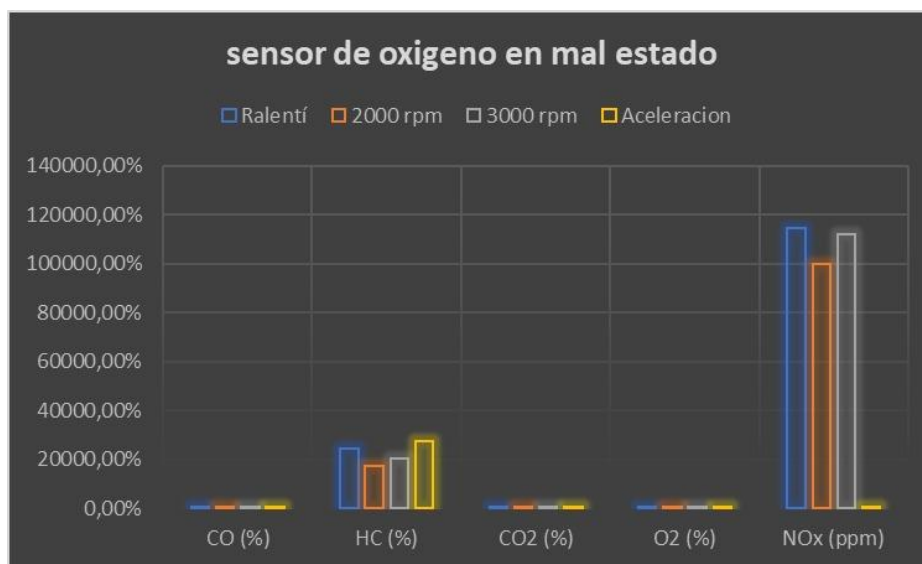
O2 (Oxígeno residual): Ralentí (1,7%) es el valor más alto. El oxígeno residual indica la cantidad de oxígeno no quemado en los gases de escape. En ralentí, el motor está funcionando a

bajas revoluciones, por lo que la mezcla de aire-combustible puede ser más rica o pobre dependiendo de la calibración del sensor TPS. Un valor más alto de oxígeno sugiere que la combustión no está utilizando todo el oxígeno disponible, lo que podría deberse a una mezcla ligeramente pobre o a un menor uso de potencia en ralentí.

NOx (Óxidos de nitrógeno): Aceleración (<1.276 ppm) es el valor más alto. Los NOx se generan a altas temperaturas en la cámara de combustión, especialmente cuando la mezcla es pobre y la temperatura es elevada. Durante la aceleración, el motor funciona

a una carga más alta y las temperaturas de combustión aumentan, lo que favorece la formación de NOx. Esto sugiere que, bajo aceleración, el sensor TPS está abriendo más el acelerador, lo que aumenta la temperatura en la cámara de combustión y genera más NOx.

Figura 25 Sensor de Oxígeno



Nota: El CO se genera cuando hay una combustión incompleta, lo que ocurre cuando la mezcla es rica (más combustible que aire). A 3000 rpm, el motor está operando a alta carga, y si el sensor de oxígeno no detecta correctamente los niveles de oxígeno, podría estar enviando señales incorrectas a la ECU, causando una mezcla más rica y aumentando el CO. El valor más alto en esta condición indica una deficiencia en la corrección de la mezcla aire-combustible.

HC (Hidrocarburos no quemados):

Aceleración (273 ppm) es el valor más alto.

Explicación: Los HC son el resultado de combustible no quemado. Durante la aceleración, el motor inyecta más combustible, y si el sensor de oxígeno no detecta de forma precisa el exceso o falta de oxígeno, puede generar una mezcla incorrecta, lo que lleva a una combustión incompleta y a un aumento de hidrocarburos no quemados. Este valor alto sugiere que la señal del sensor de oxígeno no está ajustando adecuadamente la mezcla durante la aceleración.

CO₂ (Dióxido de carbono):

Aceleración (20,2%) es el valor más alto.

Explicación: El CO₂ es un indicador de una combustión completa. Un valor alto durante la aceleración indica que el motor está quemando más combustible de manera eficiente. El sensor de oxígeno puede estar ayudando a mejorar la combustión en esta condición, permitiendo que la mezcla sea lo suficientemente rica para satisfacer la demanda de potencia, pero no tan rica como para generar un exceso de CO o HC.

O₂ (Oxígeno residual):

Aceleración (1,7%) es el valor más alto.

Explicación: El oxígeno residual mide cuánto oxígeno queda sin quemar. Durante la aceleración, una mezcla rica debe utilizar la mayor parte del oxígeno, pero si el sensor de oxígeno no está trabajando adecuadamente, puede haber un exceso de oxígeno sin quemar. El valor más alto en esta condición sugiere que el sensor de oxígeno no está detectando correctamente los niveles de oxígeno en los gases de escape, lo que podría causar una combustión subóptima.

NO_x (Óxidos de nitrógeno):

Aceleración (1.300 ppm) es el valor más alto.

Explicación: Los NO_x se forman a altas temperaturas, cuando hay más oxígeno disponible y la temperatura en la cámara de combustión es alta. Durante la aceleración, la temperatura de combustión aumenta, y si el sensor de oxígeno no está gestionando adecuadamente la cantidad de oxígeno en la mezcla, puede haber una combustión más caliente, lo que favorece la formación de NO_x. Un sensor de oxígeno defectuoso podría

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

85

estar permitiendo una mezcla más pobre de lo necesario, lo que eleva la temperatura y aumenta los Nox.

Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2204:2014.

En Ecuador, los límites de emisiones de gases contaminantes para vehículos a gasolina están regulados bajo la **Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2204:2014**.

La elevada presencia de hidrocarburos en los gases de escape es una señal de que el combustible no está siendo completamente quemado, lo que resulta en la emisión de compuestos contaminantes directamente al ambiente. Los valores observados en el motor C22NE con los sensores defectuosos superan ampliamente el estándar, lo cual es preocupante, ya que puede tener implicaciones directas en la salud pública y el medio ambiente debido a la alta toxicidad de los HC. Además, estos valores pueden indicar problemas de sincronización del encendido o una mezcla incorrecta de aire-combustible (NTE INEN 2204, 2016)

Los resultados obtenidos en las pruebas de los motores C22NE y 2TR con sensores defectuosos muestran que las emisiones de gases contaminantes, como el monóxido de carbono (CO), los hidrocarburos no quemados (HC) y los óxidos de nitrógeno (NOx), superan ampliamente los límites establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2204:2014. Esto se debe a la ineficiencia en la combustión generada por la incorrecta mezcla aire-combustible causada por los fallos en los sensores, lo que provoca un aumento en las emisiones contaminantes. En particular, los valores de CO exceden los límites permisibles, indicando una combustión incompleta, mientras que los niveles elevados de HC y NOx representan un grave incumplimiento normativo que

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

86

afecta la eficiencia del motor y genera un impacto ambiental considerable (NTE INEN 2204, 2016)

Tabla de valores de emisiones **Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2204:2014.**

Tabla 22 *Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2204:2014*

Contaminantes	Vehículos a gasolina
Monóxido de carbono (CO)	2.0
Hidrocarburos (HC)	0.3
Óxidos de nitrógeno (NOx)	0.15
Monóxido de carbono (CO) a ralentí	0.5 %

CONCLUSIONES

- En conclusión, el análisis de las emisiones de los motores 2TR y C22NE es un método eficaz para la detección temprana de fallas en los sistemas de admisión y escape. Comprender la variación del porcentaje de cada gas emitido permite intervenir de forma precisa, garantizando un funcionamiento eficiente, menor consumo de combustible y una reducción significativa de emisiones contaminantes.
- En conclusión, la altitud a 2060 metros sobre el nivel del mar indica que la menor densidad de oxígeno que ingresa al motor afecta el proceso de combustión en los motores 2TR y C22NE. lo que va a permitir que esto puede generar una mezcla más rica en combustible, y que pueda aumentar una elevada cantidad de emisiones de CO y NO_x.
- Las variaciones en los niveles de CO, HC y NO_x permiten identificar qué tipo de fallo está ocurriendo lo que puede causar un aumento de CO lo que sugiere una mezcla rica, y un incremento en NO_x lo que indica que existe una alta temperatura por problemas en el EGR o la sincronización.
- las soluciones técnicas para reducir las emisiones de gases contaminantes de los motores 2TR y C22NE incluyen el mantenimiento preventivo de los sistemas de admisión y escape, el uso adecuado del EGR y catalizador, y la implementación

de diagnósticos regulares mediante análisis de gases. Estas medidas garantizan un rendimiento eficiente, menor contaminación y cumplimiento con las normativas ambientales.

RECOMENDACIONES

- Implementar un programa de diagnóstico periódico mediante análisis de gases y realizar las respectivas mediciones regulares de las concentraciones ayudando a identificar desviaciones en el funcionamiento normal de los motores 2TR Y C22NE. Esto permite detectar fallos en los sistemas de admisión y escape y evitando mayores daños.
- Monitorear el rendimiento del sistema de escape en altitudes elevadas que superen a mas de 2060 metros a nivel del mar para mejorar la eficiencia del motor y no pueda verse afectada a una mayor altura además es importante realizar revisiones más frecuentes del sistema de escape que garantice que los sensores de oxígeno proporcionen datos precisos, evitando aumentos en las emisiones y pérdida de potencia.
- Verificar y limpiar el sistema EGR para controlar las emisiones de CO, NO_x y HC además Inspeccionar y realizar los respectivos diagnósticos asegurando un control eficiente de las temperaturas de combustión. Esto va a evitar aumentos en los niveles de NO_x, especialmente en condiciones de trabajo prolongado.

- Establecer un plan de mantenimiento periódico preventivo además Implementar revisiones programadas cada 10,000 km, enfocadas en el estado de los sistemas de admisión, escape, y sensores. Esto permite prevenir fallas graves que incrementen las emisiones de CO, HC y NO_x, evitando reparaciones costosas y manteniendo el motor eficiente y reduciendo las emisiones contaminantes.

3. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bibliografía

{Alex}. (12 de Junio de 2023). *Transductor.net*. Obtenido de Transductor.net:

<https://transductor.net/sensores-y-actuadores-del-sistema-common-rail/>

{Den}. (23 de Octubre de 2020). *Autodoc CLUB Blog*. Obtenido de Autodoc CLUB

Blog: <https://club.autodoc.es/magazin/sistema-de-inyeccion-funciones-tipos-sintomas>

{Den}. (26 de Noviembre de 2021). *Autodoc CLUB Blog*. Obtenido de Autodoc CLUB

Blog: <https://club.autodoc.es/magazin/como-funciona-el-sensor-de-arbol-de-levas>

{Globaltech}. (28 de Septiembre de 2021). *Globaltech Equipamiento Automotriz*.

Obtenido de Globaltech Equipamiento Automotriz: <https://globaltech-car.com/blog/tabla-de-rangos-permitidos-de-emisiones-para-la-rtv-de-la-ciudad-de-quito/>

{Salvador}. (8 de Septiembre de 2015). *Com.mx*. Obtenido de Com.mx: [https://www.e-](https://www.e-auto.com.mx/enuw/index.php?view=article&id=6682)

[auto.com.mx/enuw/index.php?view=article&id=6682](https://www.e-auto.com.mx/enuw/index.php?view=article&id=6682)

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

90

{Rattix}. (19 de Octubre de 2023). *Rattix.es*. Obtenido de Rattix.es:

<https://www.rattix.es/blog/curiosidades/contaminacion-de-coches-emisiones-de-co2-y-fase-de-produccion>

alziraimport. (12 de Abril de 2023). Obtenido de *alziraimport*:

<https://alziraimport.es/pasar-de-euro-2-a-euro-3/>

Avance, A. (12 de Junio de 2013). *Curso Automotriz - Curso Virtual Automotriz -*

Capacitación Automotriz. Obtenido de *Curso Automotriz - Curso Virtual*

Automotriz - Capacitación Automotriz: <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/149-que-es-un-sensor-de-posicion-del-ciguenal-sensor-ckp-y-cmp/>

Avance, A. (8 de junio de 2019). *Curso Automotriz - Curso Virtual Automotriz -*

Capacitación Automotriz. Obtenido de *Curso Automotriz - Curso Virtual*

Automotriz - Capacitación Automotriz: <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/135-sensor-de-posicion-del-ciguenal-ckp/>

Avance, A. (7 de Octubre de 2019). *Curso Automotriz - Curso Virtual Automotriz -*

Capacitación Automotriz. Obtenido de *Curso Automotriz - Curso Virtual*

Automotriz - Capacitación Automotriz: <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/sensor-map-para-que-sirve/>

Avance, A. (2 de Febrero de 2021). *Curso Automotriz - Curso Virtual Automotriz -*

Capacitación Automotriz. Obtenido de *Curso Automotriz - Curso Virtual*

Automotriz - Capacitación Automotriz: <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/sensor-pedal-acelerador/>

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

91

Ávila, D. (1 de junio de 2021). *Actualidad Motor*. Obtenido de Actualidad Motor:

<https://www.actualidadmotor.com/sensor-maf-o-sensor-de-flujo-de-aire/>

cam2. (22 de junio de 2020). Obtenido de cam2: [https://www.cam2.com.pe/single-](https://www.cam2.com.pe/single-post/2020/06/22/sistema-common-rail)

[post/2020/06/22/sistema-common-rail](https://www.cam2.com.pe/single-post/2020/06/22/sistema-common-rail)

Dirven , B. B., Pérez, R., Cáceres, R. J., Tito, A. T., Gómez , R. K., & Ticona, A. (2018).

El desarrollo rural establecido en las áreas Vulnerables. Lima: Colección Racso.

Dos Santos, M. (17 de Noviembre de 2023). *tfmfwH84@NjhsqeEJ834Muyh*. Obtenido de

tfmfwH84@NjhsqeEJ834Muyh: <https://polaridad.es/sistema-de-admision-de-un-motor/>

Gas-analyzers.com. (25 de Julio de 2024). Obtenido de Gas-analyzers.com:

[https://www.gas-analyzers.com/es/automobile-exhaust-gas-](https://www.gas-analyzers.com/es/automobile-exhaust-gas-analyzer.html?gad_source=1&gclid=CjwKCAjw74e1BhBnEiwAbqOAJKyOiNzu)

[analyzer.html?gad_source=1&gclid=CjwKCAjw74e1BhBnEiwAbqOAJKyOiNzu](https://www.gas-analyzers.com/es/automobile-exhaust-gas-analyzer.html?gad_source=1&gclid=CjwKCAjw74e1BhBnEiwAbqOAJKyOiNzu)
[YLHmDM4hQep7cevsC6lRRPGcz](https://www.gas-analyzers.com/es/automobile-exhaust-gas-analyzer.html?gad_source=1&gclid=CjwKCAjw74e1BhBnEiwAbqOAJKyOiNzu)

Hello Auto. (20 de Marzo de 2024). Obtenido de Hello Auto: [https://helloauto.com/es-](https://helloauto.com/es-es/glosario//sistema-de-escape)

[es/glosario//sistema-de-escape](https://helloauto.com/es-es/glosario//sistema-de-escape)

idoneo. (31 de Agosto de 2023). Obtenido de Idoneo:

<https://idoneo.es/guias/actualidad/saber-que-normativa-euro-es>

M. (s.f.).

Manufacturers, G. A. (25 de Julio de 2024). Obtenido de

<https://esegas.com/es/product/no-no2-gas-analyzer/>

Másters Automóvil . (23 de Noviembre de 2020). Obtenido de Másters Automóvil:

<https://www.mastersautomovil.com/blog/sensor-de-oxigeno-o2/>

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

92

Mecanica Automotriz, I. Y. (14 de Febrero de 2020). *INGENIERÍA Y MECÁNICA*

AUTOMOTRIZ. Obtenido de INGENIERÍA Y MECÁNICA AUTOMOTRIZ:

<https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-el-sensor-de-temperatura-de-motor-y-como-funciona/>

Mecanica Automotriz, I. Y. (3 de Marzo de 2020). *INGENIERÍA Y MECÁNICA*

AUTOMOTRIZ. Obtenido de INGENIERÍA Y MECÁNICA AUTOMOTRIZ:

<https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-el-sensor-de-presion-absoluta-del-multiplique-de-admision-map-y-como-funciona/>

MTE-THOMSON. (29 de Marzo de 2022). Obtenido de MTE-THOMSON: [https://mte-](https://mte-thomson.com/es/?noticias=sensor-de-temperatura-del-aire-de-admision-del-motor-iat)

[thomson.com/es/?noticias=sensor-de-temperatura-del-aire-de-admision-del-motor-iat](https://mte-thomson.com/es/?noticias=sensor-de-temperatura-del-aire-de-admision-del-motor-iat)

MyMotorList.com . (Enee de 2023). Obtenido de MyMotorList.com .

MyMotorList.com . (4 de Enero de 2023). Obtenido de MyMotorList.com :

<https://mymotorlist.com/engines/isuzu/4jb1/>

Nacional, A. (27 de Octubre de 2017). *Journalingeniar.org*. Obtenido de

[Journalingeniar.org:](https://journalingeniar.org/)

<https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/34/50>

perez, J. (4 de Octubre de 2019). *Curso Automotriz - Curso Virtual Automotriz -*

Capacitación Automotriz. Obtenido de Curso Automotriz - Curso Virtual

Automotriz - Capacitación Automotriz: [https://www.autoavance.co/blog-tecnico-](https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/146-sensor-de-presion-del-riel-sistema-common-rail/)

[automotriz/146-sensor-de-presion-del-riel-sistema-common-rail/](https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/146-sensor-de-presion-del-riel-sistema-common-rail/)

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

93

Quadis.es. (30 de Enero de 2015). *Quadis.es*. Obtenido de *Quadis.es*:

<https://www.quadis.es/actualidad/aspectos-basicos-de-la-normativa-de-emisiones-euro-6/131709>

Rectificaciones Motores Pesados SA. (s.f.). Obtenido de *Rectificaciones Motores Pesados*

SA: <https://www.motorespesados.com/productos/motor-isuzu-4jb1-nuevo/>

Santos, P. G. (13 de Junio de 2023). *Envira*. Obtenido de *Envira*: <https://envira.es/tipos-de-analizadores-de-gases/>

Scribd. (6 de Marzo de 2015). *Motores Chevrolet Luv*. Obtenido de *Motores Chevrolet*

Luv: <https://es.scribd.com/doc/257887921/Motores-chevrolet-luv>

Scribd. (s.f.). *Motores Chevrolet Luv*. Obtenido de *Motores Chevrolet Luv*:

<https://es.scribd.com/doc/257887921/Motores-chevrolet-luv>

Sensor automotriz. (8 de enero de 2019). Obtenido de *Sensor automotriz*:

<https://sensorautomotriz.com/sensor-de-oxigeno/>

Sensor de Temperatura del Aire de Admisión del Motor (IAT). (22 de abril de 2022).

Obtenido de *MTE-THOMSON*: <https://mte-thomson.com/es/?noticias=sensor-de-temperatura-del-aire-de-admision-del-motor-iat>

Sensores Automotrices. (19 de Agosto de 2023). Obtenido de *Sensores Automotrices*:

<https://sensorautomotriz.es/sensores/cuales-son-los-sensores-del-sistema-de-inyeccion/>

timon, h. d. (30 de Agosto de 2022). *Heroesdeltimon.com*. Obtenido de

Heroesdeltimon.com: <https://www.heroesdeltimon.com/es/que-es-la-norma-euro->

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

94

Tovar, G. L. (1986). *El asentamiento y la segregación de los Blancos y Mestizos*. Bogotá:

Cengage.

TOYOTA, H. 2. (2020). {Vehicafe};. Obtenido de {Vehicafe};:

<https://www.vehicafe.com.co/es/1615227043hilux-2-7-gasolina>

ANEXOS

Tabla 23 DATOS: 1 MOTOR C22NE EN ESTANDARES NORMALES

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	0,01%	35%	6.54%	0,2%	34%
2000 Rpm	0,2%	21%	6.57%	0,3%	21%
3000 rpm	0,02%	15%	6.89%	0,1%	13%
Aceleración	1 %	43%	7%	0,4%	45%

Tabla 24 DATOS: MOTOR C22NE FUERA DE LOS ESTANDARES NORMALES

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	0,5 %	48.1%	7,24%	0,44%	42%
2000 Rpm	0,2%	39.2%	7,36%	0,54%	26.2%
3000 rpm	0,06%	25.2%	7.32%	0,11%	16.2%
Aceleración	1,5 %	55.1%	7.3%	1%	61.3%

Tabla 26 *SENSOR MAP EN ESTANDARES NORMALES C22NE*

Condición	CO (%)	CH (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	0,2 %	28.2%	6.70%	0,47%	33%
2000 Rpm	0,1%	30.1%	6.87%	0,22%	22.5%
3000 rpm	0,2%	18.2%	6.97%	0,11%	9.8%
Aceleración	1 %	40.7%	7%	0,60%	49.7%

Tabla 27 *SENSOR MAP EN ESTANDARES NO PERMITIDOS C22NE*

Condición	CO (%)	CH (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	0,25 %	28.2%	6.70%	1.2 %	33%
2000 Rpm	1 %	30.1%	6.87%	01.25 %	22.5%
3000 rpm	1.3 %	18.2%	6.97%	1.80 %	9.8%
Aceleración	2.2 %	40.7%	7%	2.5 %	49.7%

Tabla 28. SENSOR IAT EN ESTANDARES NORMALES C22NE

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	0,24%	36.2%	6.54%	0,6%	35.2%
2000 rpm	0,29%	22.4%	6.67%	0,8%	21.5%
3000 rpm	0,30%	15.5%	6.79%	1.1%	13.1%
Aceleración	0.90 %	43.9%	6.95%	1.2%	45.4%

Tabla 29. SENSOR (IAT) DEFECTUOSO FUERA DE LOS ESTANDARES PERMITIDOS C22NE

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	0,90%	40.2%	7.54%	0,69%	37.2%
2000 rpm	1,2%	28.4%	7.67%	0,89%	39.5%
3000 rpm	1,3%	22.5%	7.79%	1.15%	42.1%
Aceleración	1.8 %	48.9%	7.95%	1.78%	49.4%

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

Tabla 30. VALVULA IAC EN ESTANDARES NORMALES C22NE

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	0,21%	32%	6%	0,24%	33%
2000 Rpm	0,22%	20%	6. 20%	0,33%	20%
3000 rpm	0,32%	12%	6.32%	0,32%	12%
Aceleración	0.99%	40%	6.45%	0,45%	34%

Tabla 31. VALVULA IAC DEFECTUOSA FUERA DE LOS ESTANDARES PERMITIDOS C22NE

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	1,21%	34%	6.97%	1,24%	36.7%
2000 Rpm	1,22%	23.3%	7. 20%	1,33%	37.3%
3000 rpm	1,32%	15.6%	7.72%	1,32%	38.6%
Aceleración	1.99 %	49.9%	7.95%	1,45%	45.4%

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

Tabla 32. SENSOR DE OXIGENO EN ESTANDARES NORMALES DEL C22NE

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	0,34 %	22,3%	6,24%	0,45%	37,67%
2000 rpm	0,43%	34,3%	6,28%	0,59%	37,89%
3000 rpm	0,54%	36,14%	6,97%	0,74%	38,24%
Aceleración	0,56 %	38,3%	7,36%	1,27%	40,34%

Tabla 33. SENSOR DE OXIGENO DEFECTUOSO EN ESTANDARES NO PERMITIDOS DEL C22NE

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	0,76 %	45,3%	10,24%	0,49%	42,67%
2000 rpm	2,83%	35,3%	11,28%	1,55%	36,89%
3000 rpm	1,64%	20,14%	11,97%	1,64%	46,24%
Aceleración	1,96 %	51,3%	12,56%	1,87%	56,34%

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

Tabla 34. MOTOR 2TR EN ESTANDARES PERMITIDOS

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	< 0,1 %	<165.2 ppm	<11%	0,2 %	<859 ppm
2000 rpm	<0,2%	<168.3 ppm	<12%	0, 3%	<860 ppm
3000 rpm	<0,3 %	<169.34 ppm	<13,5%	0,5%	<900 ppm
Aceleración	<0,4 %	<196.3 ppm	<14.2%	0,8%	<1,000 ppm

Tabla 35. MOTOR 2TR DEFECTUOSO FUERA DE LOS ESTANDARES PERMITIDOS

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	< 1.3 %	<190 ppm	<13%	0,75 %	<950 ppm
2000 rpm	<1,5%	<200 ppm	<15%	0, 89%	<1245 ppm
3000 rpm	<1,6%	<254 ppm	<18%	1,5%	<1432 ppm
Aceleración	<2 %	<267 ppm	<19%	1,89%	<1543 ppm

Tabla 36. SENSOR MAF DEL MOTOR 2TR EN LOS ESTANDARES PERMITIDOS

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	< 0,2%	<150ppm	<10%	0,5 %	<900 ppm
2000 rpm	<0,3%	<155ppm	<11%	0,30 %	<935 ppm
3000 rpm	<0,4 %	<164 ppm	<12%	0,35%	<945 ppm
Aceleración	<0,6 %	<189 ppm	<13%	0,59%	<980 ppm

Tabla 37. SENSOR MAF DEFECTUOSO DEL MOTOR 2TR FUERA DE LOS ESTANDARES PERMITIDOS

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	< 0,56%	<189ppm	<14%	1 %	<990ppm
2000 rpm	<1,32%	<197ppm	<15%	1,30 %	<1135 ppm
3000 rpm	<1,41%	<234 ppm	<17%	1,75%	<1245 ppm
Aceleración	<1,68 %	<254 ppm	<20%	2,29%	<1480 ppm

"Análisis de las emisiones de gases de escape relacionadas con fallas en los sistemas de admisión y escape en los motores 2TR y C22NE a 2060 metros sobre el nivel del mar"

Tabla 38. VALVULA IAC DEL MOTOR 2TR CON ESTANDARES PERMITIDOS

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	< 0,1%	<111ppm	<9%	0,1 %	<854 ppm
2000 rpm	<0,2%	<132ppm	<10%	0,5 %	<895 ppm
3000 rpm	<0,3 %	<134 ppm	<11%	0,22%	<925 ppm
Aceleración	<0,4%	<145 ppm	<12%	0,32%	<930 ppm

Tabla 39. VALVULA IAC DEFECTUOSA DEL MOTOR 2TR FUERA DE LOS ESTANDARES PERMITIDOS

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	< 0,54%	<198ppm	<12%	1.34 %	<954 ppm
2000 rpm	<0,69%	<200ppm	<14%	1.45 %	<1495 ppm
3000 rpm	<0,75 %	<234 ppm	<18%	1,62%	<1525 ppm
Aceleración	<1,49%	<259 ppm	<21%	2,82%	<1730 ppm

Tabla 40. SENSOR TPS DEL MOTOR 2TR EN LOS ESTANDARES NORMALES PERMITIDOS

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	< 0,1%	< 103ppm	<9%	0.54%	<754 ppm
2000 rpm	<0,2%	<145ppm	<10%	0.65 %	<854ppm
3000 rpm	<0,3%	<150 ppm	<11%	0,69%	<954 ppm
Aceleración	<0.4%	<159 ppm	<13%	0,70%	<975ppm

Tabla 41. SENSOR TPS DEFECTUOSO DEL MOTOR 2TR FUERA DE LOS PARAMETROS ESTABLECIDOS

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	< 0,59%	<194ppm	<15%	1.3%	<998ppm
2000 rpm	<1,38%	<197ppm	<18%	1, 5 %	<1167 ppm
3000 rpm	<1,47%	<239 ppm	<20%	1.75%	<1260 ppm
Aceleración	<1,78 %	<270 ppm	<23%	2,40%	<1499 ppm

Tabla 42. SENSOR DE OXIGENO DEL MOTOR 2TR EN ESTANDARES PERMITIDOS

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	< 0,1%	< 100ppm	< 9.5%	0.59%	<753 ppm
2000 rpm	<0,3%	<105ppm	<10.5%	0.68%	<854ppm
3000 rpm	<0,4%	<110ppm	<11.6%	0,79%	<943 ppm
Aceleración	<0.5%	<115 ppm	<13.9%	0,80%	<969ppm

Tabla 43. SENSOR DE OXIGENO DEL MOTOR 2TR DEFECTUOSO FUERA DE LOS ESTANDARES PERMITIDOS

Condición	CO (%)	HC (%)	CO2 (%)	O2 (%)	NOx (ppm)
Ralentí	< 1,15%	< 169ppm	<14%	1.54%	<954 ppm
2000 rpm	<1,29%	<176ppm	<16%	1.65 %	<1254ppm
3000 rpm	<1,78%	<189 ppm	<19%	1,99%	<1352 ppm
Aceleración	<2%	<210 ppm	<25%	2,70%	<1975ppm