

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

*Trabajo de titulación previo
a la obtención del título de
Ingeniero Mecánico Automotriz*

PROYECTO TÉCNICO:

**“ANÁLISIS DE LA REDUCCIÓN DE GASES CONTAMINANTES,
EMITIDOS POR UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA, QUE
UTILIZA PANELES SOLARES COMO FUENTE DE RECARGA DE LA
BATERÍA, EN EL CENTRO HISTÓRICO DE CUENCA EN HORAS PICO”**

AUTORES:

CRISTOPHER ALBERTO BARRETO CALLE

ANDRÉS FABIÁN GUAMÁN QUILLI

TUTOR:

ING. ADRIÁN XAVIER SIGÜENZA REINOSO, MSc.

CUENCA - ECUADOR

2020

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Christopher Alberto Barreto Calle con documento de identificación N° 0105253140 y Andrés Fabián Guamán Quilli con documento de identificación N° 0106744493, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: **“ANÁLISIS DE LA REDUCCIÓN DE GASES CONTAMINANTES, EMITIDOS POR UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA, QUE UTILIZA PANELES SOLARES COMO FUENTE DE RECARGA DE LA BATERÍA, EN EL CENTRO HISTÓRICO DE CUENCA EN HORAS PICO”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero Mecánico Automotriz*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, diciembre de 2020

Christopher Alberto Barreto Calle

C.I. 0105253140

Andrés Fabián Guamán Quilli

C.I. 0106744493

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“ANÁLISIS DE LA REDUCCIÓN DE GASES CONTAMINANTES, EMITIDOS POR UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA, QUE UTILIZA PANELES SOLARES COMO FUENTE DE RECARGA DE LA BATERÍA, EN EL CENTRO HISTÓRICO DE CUENCA EN HORAS PICO”**, realizado por Christopher Alberto Barreto Calle y Andrés Fabián Guamán Quilli, obteniendo el *Proyecto Técnico* que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, diciembre de 2020



.....
Ing. Adrián Xavier Sigüenza Reinoso, MSc.

C.I. 0103827366

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Cristopher Alberto Barreto Calle con documento de identificación N° 0105253140 y Andrés Fabián Guamán Quilli con documento de identificación N° 0106744493, autores del trabajo de titulación: **“ANÁLISIS DE LA REDUCCIÓN DE GASES CONTAMINANTES, EMITIDOS POR UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA, QUE UTILIZA PANELES SOLARES COMO FUENTE DE RECARGA DE LA BATERÍA, EN EL CENTRO HISTÓRICO DE CUENCA EN HORAS PICO”**, certificamos que el total contenido del *Proyecto Técnico*, es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, diciembre de 2020



Cristopher Alberto Barreto Calle

C.I. 0105253140



Andrés Fabián Guamán Quilli

C.I. 0106744493

AGRADECIMIENTO

Con un profundo agradecimiento a Alberto Barreto y Roció Calle mis padres que han sido un pilar fundamental en mi vida, me han acompañado a lo largo de este camino, siendo mi apoyo principal y brindándome siempre esa fuerza necesaria para cumplir con mis sueños propuestos.

Gracias a mi esposa por entenderme en todo, gracias a ella porque en todo momento fue un apoyo incondicional en mi vida, fue la felicidad que yo buscaba y por la cual estoy dispuesto a enfrentar todo y en todo momento.

También agradezco a mi director que con su sabiduría y experiencia nos supo guiar hacia un excelente desarrollo de tesis.

Cristopher Alberto Barreto Calle

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis le dedico a mis amados familiares Víctor, Celia y José que fallecieron a causa del virus, siempre agradecido por sus grandes enseñanzas, los recordare como las excelentes personas que fueron.

Dedico también este trabajo a toda mi familia y en especial a mi hijo y esposa gracias por brindarme amor, afecto y hacer que cada día que pasemos sea especial muchas por todo.

Cristopher Alberto Barreto Calle

AGRADECIMIENTO

Ante todo, primero agradezco a Dios por haberme permitido vivir esta gran experiencia en la universidad donde se me presento la oportunidad de tener grandes conocimientos como también anécdotas que me ayudaran en mi vida profesional, en segundo lugar a mi familia principalmente a mis padres ya que sin ellos no estaría donde estoy, por estar incondicionalmente apoyándome, aconsejándome con sus palabras de alientos que era únicas de mucha sabiduría y experiencia lo que me sirvió para guiarme en mi vida académica.

En desarrollo de esta tesis no fue fácil, pero gracias a la ayuda que me brindó la Universidad Politécnica Salesiana y a mi director de tesis en Ing. Adrián Sigüenza que supo guiarnos con su gran conocimiento y profesionalismo que lo caracteriza, agradezco a mis profesores que en el transcurso de mi carrera me ayudaron incondicionalmente con su fuente de sabiduría también agradezco al grupo de danza de la universidad que gracias a ellos me ayudaron a tener más compromiso y responsabilidad en mis estudios.

Andrés Fabián Guamán Quilli

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres Tobías Guamán, Blanca Quilli, por todos sus consejos y apoyo incondicional que me dieron en el transcurso de mi vida. A mi hermano Paul Guamán que más que un hermano es uno de mis verdaderos amigos.

A toda mi familia que lo más valioso y lo mejor que Dios me ha podido bendecir

Andrés Fabián Guamán Quilli

RESUMEN

En el presente proyecto se muestra el beneficio de utilizar paneles solares para cargar las baterías en un vehículo automotor de combustión interna a gasolina que circule en el dentro de la ciudad de Cuenca donde la influencia del tráfico se connota en su centro histórico, para ello se estableció un recorrido de un automotor promedio para esto se instaló un analizador de gases en una camioneta luv dmax año 2008 y para la toma de muestras se conectó una computadora portátil al analizador de gases y se registró o se guardó todos los datos generados por el mismo además de esto se realizó 15 recorridos para obtener una suficiente cantidad de datos y poder analizarlos.

Para la toma de muestras se tiene en cuenta la adquisición de datos con paneles solares y sin paneles solares además se mantienen las mismas condiciones climáticas, mismo horario y estilo de conducción, sin embargo, existen diferentes factores que no se pueden controlar como la densidad de tráfico, peso del tanque de combustible, semáforos del centro histórico.

Una vez obtenido todos los datos se creó una base y se procede a analizarlos con el software Matlab y clasificadores de datos se filtraron valores máximos y mínimos que entorpecía el correcto análisis, se obtuvo valores de (HC) hidrocarburos no combustionados (CO₂) dióxido de carbono, (CO) monóxido de carbono y (O₂) oxígeno, estos datos ayudan entender de forma más clara el tratamiento de las muestras.

Se realiza el análisis gráfico para comprender la mayor concentración o influencia en cada análisis, se realiza comparaciones entre los dos diferentes casos de paneles versus sin paneles solares, además de esto se encuentra valores porcentuales para poder comprender el beneficio del sistema de carga con paneles solares.

Finalmente, con los valores porcentuales obtenidos y graficando las curvas y realizando comparaciones da como resultado que existe un beneficio al momento de usar paneles para reemplazar al alternador, con la disminución de los gases contaminantes en un 3%.

ABSTRACT

The present project shows the benefit of using solar panels to charge the batteries in a gasoline internal combustion vehicle circulating in the historic centre of the city of Cuenca. To do this, an average vehicle was installed to run a gas analyser in a luv dmax van in 2008 and a laptop computer was connected to the gas analyser to take samples and record or save all the data generated by it.

For the sampling, the data acquisition with solar panels and without solar panels is taken into account. Besides, the same climatic conditions, schedule and driving style are maintained, however, there are different factors that cannot be controlled such as traffic density, weight of the fuel tank, traffic lights in the historical centre.

Once all the data was obtained, a database was created and proceeded to analyse it with the Matlab software and data classifiers. Maximum and minimum values were filtered out which hindered the correct analysis, values of (HC) unburned hydrocarbons (CO₂) carbon dioxide, (CO) carbon monoxide and (O₂) oxygen were obtained, these data help to understand the treatment of the samples more clearly.

The graphical analysis is made to understand the highest concentration or influence in each analysis, comparisons are made between the two different cases of panels versus without solar panels, in addition to this we find percentage values to understand the benefit of the loading system with solar panels.

Finally, with the percentage values obtained and plotting the curves and making comparisons, it results that there is a benefit when using panels to replace the alternator, with the reduction of pollutant gases by 3%.

PALABRAS CLAVES TEMATICAS

Clasificador de datos

Congestión vehicular

Niveles de contaminación

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	ii
CERTIFICACIÓN	iii
DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
ÍNDICE DE TABLAS	xviii
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE ESTUDIO	2
Delimitación	3
JUSTIFICACIÓN (IMPORTANCIA Y ALCANCE).....	3
OBJETIVOS	4
Objetivo general	4
Objetivo específicos	4
CAPÍTULO I	5

1.	Estudio del arte mediante la revisión bibliográfica para determinación de contaminación por vehículos a combustión interna, paneles solares y vías del centro histórico de Cuenca.	5
1.2.	Vehículo de combustión interna.....	6
1.2.1.	Inconvenientes del motor de combustión interna:	6
1.3.	Gases nocivos de la combustión	7
1.3.1.	Monóxido de carbono	7
1.3.2.	Hidrocarburos	7
1.3.3.	Óxidos de nitrógeno.....	7
1.4.	Gases no nocivos de la combustión.....	8
1.4.1.	Dióxido de carbono.....	8
1.4.2.	Oxígeno.....	8
1.4.3.	Agua.....	9
1.5.	Factores que incrementan el Consumo de combustible	9
1.5.1.	Consumo de combustible por generación de electricidad.....	10
1.5.2.	Factores de control del consumo de combustible	11
1.6.	Sistema de inyección.....	12
1.6.1.	El sistema de inyección es MPFI (Sistema de inyección multi-puerto)	12
1.6.2.	Depósito de combustible.....	13
1.6.3.	Bomba de combustible eléctrica	13
1.6.4.	Filtro de combustible	13
1.6.5.	Rail de común	13
1.6.6.	Regulador de presión	13
1.6.7.	Inyectores	14
1.7.	Tiempo de inyección	14
1.8.	Congestión Vehicular.....	16
1.8.1.	Parque Automotor.....	16
1.8.2.	Movilidad del Parque Automotor en Cuenca.....	17
1.9.	Contaminación por vehículo	18

1.10.	Estado actual de la Ciudad de Cuenca.....	19
1.10.1.	División Política.....	19
1.11.	Estaciones de red de monitoreo en la Ciudad de Cuenca.....	21
1.12.	Cantidad de contaminantes gaseosos de acuerdo a las normativas	23
1.13.	Niveles de contaminación en Cuenca.....	23
1.13.1.	Monóxido de Carbono.....	24
1.13.2.	Material Particulado MP10 menor a 10 micras	25
1.13.3.	Dióxido de Nitrógeno.....	26
1.14.	Definición de Ruta de Totoracocha al Municipio de Cuenca.....	27
1.15.	Elemento de generación de energía	30
1.16.	Formas de medición de contaminación de los vehículos.	31
1.17.	Sistema de recarga solar	31
1.18.	Descripción de Equipos del Proyecto.....	32
1.18.1.	Panel solar	32
1.18.2.	Analizador de Gases ASG-688	32
1.18.3.	Regulador de Carga Solar PMW.....	33
1.18.4.	Batería o acumulador	34
CAPITULO 2.....		35
2.	Implementación del sistema de carga eléctrica con paneles solares al vehículo Chevrolet Luv D-max año 2008 para la obtención de los datos de las variables de estudio en el centro histórico de Cuenca.....	35
2.1.	Introducción	35
2.2.	Beneficios en el vehículo	35
2.3.	Sistema de carga eléctrica	36
2.3.1.	Sistema de carga eléctrica convencional.....	36
2.3.2.	Sistema de carga eléctrica mediante paneles solares	37

2.4.	Consideraciones	38
2.5.	Definición del material de uso	39
2.6.	Estructura	40
2.7.	Simulación y Diseño Computacional.....	41
2.7.1.	Análisis Aerodinámico.....	41
2.7.2.	Análisis de velocidad	42
2.7.3.	Análisis de presión.....	44
2.7.4.	Análisis estructural.....	45
2.7.5.	Análisis matemático de deflexión.....	46
2.8.	Acople de sujeción para la sonda del analizador de gases	48
2.9.	Ensamblaje de estructura.....	49
2.10.	Acople de la estructura al balde de la camioneta.....	50
2.11.	Montaje de los paneles solares en la estructura	50
CAPITULO III.....		52
3.	Generación de base de datos de emisiones contaminantes y tiempos de recorridos en horas picos	52
3.2.	Diagrama de procesos de adquisición de datos	53
3.3.	Componentes para la extracción de datos	54
3.3.1.	Computadora Portátil	54
3.3.2.	Analizador de gases Brain Bee Mahle AGS-688.....	54
3.3.3.	Inversor de Corriente	54
3.3.4.	Estructura y conjunto de paneles solares	54
3.3.5.	Controlador PWM.....	54
3.3.6.	Cables.....	54
3.4.	Variables de respuesta (Gases de emisiones contaminantes).....	55
3.4.1.	CO (Monóxido de carbono):.....	55
3.4.2.	CO ₂ (Dióxido de Carbono):.....	55

3.4.3.	HC (Hidrocarburos no quemados):.....	55
3.4.4.	O2 (Oxígeno):.....	55
3.5.	Factores que afectan el comportamiento de emisiones contaminantes	56
3.5.1.	Tipos de combustibles.....	56
3.5.2.	Tipos de conducción	56
3.5.3.	Conducción Económica	56
3.5.4.	Conducción de Alto Rendimiento.....	56
3.5.5.	Conducción brusca o prestacional	57
3.5.6.	Resultados obtenidos	57
3.6.	Procesamiento de datos	58
3.7.	Evaluación de datos.....	60
3.8.	Grado de desviación	61
3.8.1.	Desviación por velocidad.....	61
3.9.	Comparación de pruebas	64
CAPITULO IV.....		75
4.	Analizar los resultados obtenidos de la emisión de gases contaminantes por automóviles de las pruebas realizadas en el centro histórico de Cuenca.	75
4.3.	Métodos de aplicación.....	76
4.3.1.	Análisis aplicado por dispersión de puntos.....	76
4.3.2.	Clasificador de datos de emisiones contaminantes	77
4.4.	Ajuste cuadrático de variable de emisión.....	82
4.4.1.	Ajuste cuadrático de HC	82
4.4.2.	Desviación de HC	84
4.4.3.	Ajuste cuadrático de CO	86
4.4.4.	Grado de desviación de CO	88
4.4.5.	Ajuste cuadrático de O2.....	90
4.4.6.	Grado de desviación de O2.....	91
4.4.7.	Ajuste cuadrático de CO2	93

4.4.8. Grado de desviación de CO2	94
CONCLUSIONES	96
RECOMENDACIONES.....	97
BIBLIOGRAFÍA	98
ANEXOS	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema del sistema de inyección	12
Figura 2 Tiempo de inyección medida en el osciloscopio.....	15
Figura 3 Vías de congestión vehicular en la ciudad de Cuenca.....	17
Figura 4 Mapa de la Provincia del Azuay.....	19
Figura 5 División Rural de la Ciudad de Cuenca	21
Figura 6 División urbana de la Ciudad de Cuenca	21
Figura 7 Promedio horario de las concentraciones de Monóxido de Carbono.....	24
Figura 8 Estaciones de la Red de vigilanica de la calidad del aire en Cuenca	25
Figura 9 Promedio Anula de contracciones de material Particulado, Año 2018.....	26
Figura 10 Dióxido de Nitrógeno, Promedio anual de concertación	26
Figura 11 Red de monitoreo de dióxido de nitrógeno en la ciudad de Cuenca	27
Figura 12 A Ruta Totoracocha- municipio de Cuenca	28
Figura 13 Ruta Totoracocha-Municipio de Cuenca zona de saturación.....	29
Figura 14 Alternador despiece.....	30
Figura 15 Sistema de recarga solar	31
Figura 16 Sistema de carga eléctrica convencional.....	36
Figura 17 Sistema de carga mediante paneles solares	38
Figura 18 Diseño de la estructura vista frontal y lateral	40
Figura 19 Diseño de la estructura vista isométrica	41
Figura 20 Análisis aerodinámico sin paneles solares	42
Figura 21 Análisis aerodinámico con paneles solares	42
Figura 22 Análisis de velocidad del aire sin paneles solares.....	43
Figura 23 Análisis de velocidad del aire con paneles solares.....	43
Figura 24 Análisis de presión sin paneles solares.....	44
Figura 25 Análisis de presión con paneles solares	44
Figura 26 Análisis estructural (Von Mises).....	45
Figura 27 Análisis estructural (mm)	46
Figura 28 Diseño de acople de sujeción de la sonda del analizador de gases	49
Figura 29 Estructura terminada.....	50
Figura 30 Puntos de sujeción en la estructura.....	50

Figura 31 Puntos de sujeción en los paneles.....	51
Figura 32 Puntos de sujeción en la estructura.....	51
Figura 33 Diagrama de procesos del vehículo para adquisición de datos	53
Figura 34 Conducción brusca	57
Figura 35 ‘Conducción económica’	58
Figura 36 ‘Prueba sin aplicación de MODA’	59
Figura 37 ‘Prueba aplicando MODA’	59
Figura 38 <i>Prueba P01 de Hidrocarburos no combustionados con paneles solares</i>	66
Figura 39 Prueba P01 de Hidrocarburos no combustionados sin paneles solares	66
Figura 40 Prueba P02 de hidrocarburos no combustionados con paneles solares.....	67
Figura 41 Prueba p02 de hidrocarburos no combustionados sin paneles solares	67
Figura 42 Prueba P01 de Monóxido de carbono con paneles solares.....	69
Figura 43 <i>Prueba p01 de Monóxido de Carbono sin paneles solares</i>	70
Figura 44 Prueba P04 de Oxígeno (O2) con paneles solares.....	72
Figura 45 Prueba P06 de Oxígeno sin paneles solares	72
Figura 46 Prueba P04 de Dióxido de carbono con paneles solares	74
Figura 47 Prueba P05 de Dióxido de carbono sin paneles solares	74
Figura 48 Diagrama de Bloques del procesamiento de datos Fuente: Autores	76
Figura 49 Dispersión de puntos Fuente: Autores.....	76
Figura 50 Modelo de clasificación KNN Fuente: autores	79
Figura 51 Sistema de carga con paneles modelos KNN Fuente: Autores	80
Figura 52 Modelo de clasificación KNN Fuente: Autores	82
Figura 53 Ajuste cuadrático de HC vs tiempo con alentador	83
Figura 54 Ajuste cuadrático de HC vs tiempo con paneles solares	83
Figura 55 Grado de desviación por dispersión de HC	85
Figura 56 Media aritmética de HC con sistema de carga convencional y con paneles solares ...	86
Figura 57 Ajuste cuadrático de CO vs tiempo con alentador	87
Figura 58 Ajuste cuadrático de CO vs tiempo con paneles solares	87
Figura 59 Grado de desviación por dispersión de CO	89
Figura 60 Media aritmética de CO con sistema de carga convencional y con paneles solares ...	89
Figura 61 Ajuste cuadrático de O2 vs tiempo con alentador	90
Figura 62 Ajuste cuadrático de O2 vs tiempo con paneles solares.....	90
Figura 63 Grado de desviación por dispersión de O2.....	92
Figura 64 Media aritmética de O2 con sistema de carga convencional y con paneles solares....	92
Figura 65 Ajuste cuadrático de CO2 vs tiempo con alentador	93
Figura 66 Ajuste cuadrático de CO2 vs tiempo con paneles solares	94
Figura 67 Grado de desviación por dispersión de CO2	95
Figura 68 Media aritmética de CO2 con sistema de carga convencional y con paneles solares .	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Tiempos de inyección	16
Tabla 2	Límites máximos de emisiones permitidos para vehículos con motor a gasolina	18
Tabla 3	División territorial de la Ciudad de Cuenca.....	20
Tabla 4	Descripción y ubicación de las redes de monitorio de la calidad del aire en Cuenca.....	22
Tabla 5	Contracciones de contaminantes gaseosos de acuerdo con las normativas	23
Tabla 6	Criterios de la selección de la ruta	28
Tabla 7	Tiempos de Llegada al Destino en las Horas Pico.....	29
Tabla 8	Descripción de variables aplicadas a la simulación de la estructura.	45
Tabla 9	Promedio de datos sin paneles solares de emisiones contaminantes	60
Tabla 10	Promedio de datos con paneles solares de emisiones contaminantes	61
Tabla 11	Velocidad promedio y tiempos promedios de recorrido.....	62
Tabla 12	<i>Relación entre pruebas</i>	63
Tabla 13	Grado de desviación de velocidades promedio.....	64
Tabla 14	Grado de desviación de hidrocarburos no combustionados (HC)	64
Tabla 15	<i>Valores de porcentajes velocidad y HC</i>	65
Tabla 16	Valores de monóxido de carbono (CO)	68
Tabla 17	Valores de porcentajes velocidad Y CO	68
Tabla 18	<i>Valores promedio de oxígeno (O2)</i>	70
Tabla 19	Beneficio del oxígeno en relación con la velocidad	71
Tabla 20	Valores promedio de dióxido de carbono (CO2)	73
Tabla 21	Porcentaje del grado de desviación de la velocidad y CO2	73
Tabla 22	Velocidad del vehículo relacionada con diferentes colores	78
Tabla 23	Resultado de los clasificadores con alternador	78
Tabla 24	Resultado de los clasificadores con paneles	81
Tabla 25	Descripción de ajuste cuadrático de HC	84
Tabla 26	Valores de desviación máximos y mínimos de HC	84
Tabla 27	Descripción de ajuste cuadrático de CO	88
Tabla 28	Valores de desviación máximos y mínimos de CO	88
Tabla 29	Descripción de ajuste cuadrático de O2.....	91
Tabla 30	Valores de desviación máximos y mínimos de O2.....	91
Tabla 31	Descripción de ajuste cuadrático de CO2	94
Tabla 32	Valores de desviación máximos y mínimos de CO2	95

INTRODUCCIÓN

Este documento trata sobre el beneficio que tienen los paneles solares en los vehículos con motores de encendido provocado que circulan en el horario de alto tráfico en la Ciudad de Cuenca.

Los paneles solares son celdas fotovoltaicas conectadas en serie que aprovechan el calor irradiado por el sol y las convierten en energía eléctrica que mediante un controlador se puede cargar la batería o acumulador del automóvil.

Las concentraciones de emisión de gases contaminantes que son medidas por las redes de monitoreo de la ciudad de Cuenca son indicadores para iniciar el análisis de contaminación para así comenzar a realizar un análisis comparativo al implementar al vehículo un sistema de carga convencional y conocer si este aporta una disminución en las emisiones contaminantes.

Las emisiones producidas por un vehículo de combustión interna son representativas en las diversas condiciones que se encuentre el vehículo la conglomeración de tráfico e inclusive las formas de conducción. Lo que lleva a que sus emisiones aumenten o disminuyan de acuerdo a diversos factores. Por lo que se realiza es instalar un sistema de carga con paneles solares y analizar el beneficio al eliminar los esfuerzos generados por el motor para mover el alternador y ver cuál es la influencia en sus emisiones contaminantes comprobando si existe una reducción en sus emisiones.

ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE ESTUDIO

En la Ciudad de Cuenca según EMOV en el año 2016 se matricularon 85961 automotores y en 2017 un total del 86966 presentando un incremento del 20% en comparación del año anterior (“Sube número de carros matriculados en Cuenca este año | Diario El Mercurio,” n.d.), en la actualidad la tasa de crecimiento anual vehicular es del 8% (*SEMINARIO INTERNACIONAL: «Hacia una movilidad sostenible»*, s. f.). De acuerdo al informe de la calidad del aire en Cuenca realizado en el 2017 se establecen los siguientes datos de contaminación vehicular; monóxido de carbono $2.5 \frac{\mu g}{m^3}$ a una temperatura de ambiente, óxidos de nitrógeno $22.55 \frac{\mu g}{m^3}$ y material particulado fino $38.5 \frac{\mu g}{m^3}$, siendo estos porcentajes definidos como un promedio anual (“Informe de calidad del aire en Cuenca,” 2017), lo cual nos indica que están próximos a llegar a los límites con la tasa de crecimiento que se tiene. Teniendo en cuenta la tasa de crecimiento del parque automotor, el poco espacio para la ampliación y extensión de vías provoca que el tránsito y los niveles de contaminación alcance valores altos de saturación en zonas céntricas de la ciudad de Cuenca.

Un vehículo a motor es una de las principales fuentes de contaminación (Nacional de Higiene et al., 2006) por lo tanto un automóvil que circula en una congestión vehicular y se moviliza a $10 \frac{km}{hora}$ promedio emite casi $40 \frac{gr}{km}$ de CO, mientras que a $30 \frac{km}{hora}$ emite $20 \frac{gr}{km}$ (*SEMINARIO INTERNACIONAL: «Hacia una movilidad sostenible»*, s. f.) y en consideración un vehículo de combustión interna (MCI) la contaminación del aire es principalmente provocada por el motor, teniendo como resultado que las emisiones de contaminantes de un vehículo son: monóxido de carbono, dióxido de carbono, hidróxidos de carbono, oxígeno (El & La, 2014).

Se tiene en cuenta, un vehículo de combustión interna en base al rendimiento del motor se encuentra muy reducido por la gran contaminación que representa (*Motor de combustión interna - EcuRed*, s. f.), puesto que no todo el poder calorífico contenido en el carburante es aprovechado al 100% del mismo, y da como resultado que “la potencia útil producida por el motor es el 24%, de los cuales el 2% es utilizado por el alternador para generar electricidad y el otro 2% es utilizado por el ventilador”(El & La, 2014), mientras que su otro 76% se pierde en; 33% calor en el líquido

refrigerante, 37% de calor en los gases de escape, 6% en resistencia al rozamiento por las partes internas del motor (El & La, 2014).

Delimitación

Geográficamente el cantón Cuenca se encuentra situado al sur de Ecuador por debajo del meridiano de Greenwich, este cantón se divide por parroquias 15 urbanas y 22 rurales, el estudio a realizar del uso de paneles solares se delimita en la zona urbana de Cuenca comprendida entre Totorachocha al centro histórico de la ciudad (Municipio).

JUSTIFICACIÓN (IMPORTANCIA Y ALCANCE)

Con este proyecto se analizará si al implementar paneles solares a un automóvil se tiene una reducción de emisiones contaminantes, debido que la contaminación ambiental afecta a todos los seres vivos del planeta. Cada vez nuestro planeta se contamina más y más por las necesidades de comodidad de los seres que lo habitamos. Siendo uno de los principales contaminantes los automóviles lo que afecta directamente al medio ambiente y son perjudiciales para la salud de las personas.

Se busca generar una iniciativa para futuras investigaciones acerca de la implementación de paneles solares a vehículos de combustión interna, como una medida alternativa de generación de carga para la batería del vehículo y no solo tener la dependencia del alternador. Mediante los paneles solares se busca aprovechar los largos tiempos de permanencia en las horas de máxima demanda vehicular en las zonas céntricas y el calor irradiado por el sol.

Teniendo como beneficios la disminución de consumo del poder calorífico del motor de combustión interna al no utilizar como medio de carga del alternador y generar una disminución del consumo de combustible lo cual tendría un impacto de consideración económico, al tener menos consumo del combustible y de igual manera el impacto ambiental se vería reflejado al disminuir la emisión de gases contaminantes cuando los automóviles circulen en el centro histórico de Cuenca, por lo que tanto peatones como usuarios de vehículos están expuestos a una menor emisión de gases contaminantes por automóviles.

OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar de la reducción de gases contaminante, emitidos por un automotor de combustión interna, que utiliza paneles solares como fuente de recarga de batería, en el centro histórico de Cuenca en horas pico.

Objetivo específicos

- Realizar un estudio del arte mediante la revisión bibliográfica para determinación de contaminación por vehículos a combustión interna, paneles solares y vías del centro histórico de Cuenca.
- Implementar el sistema de carga eléctrica con paneles solares al vehículo Chevrolet Luv D-max año 2008 para la obtención de los datos de las variables de estudio en el centro histórico de Cuenca.
- Obtener una base de datos de emisiones contaminantes y tiempos de recorridos en horas picos en las rutas de muestreo mediante dispositivos GPS, cronómetros y un analizador de gases.
- Analizar los resultados obtenidos de la emisión de gases contaminantes por automóviles de las pruebas realizadas en el centro histórico de Cuenca.

CAPÍTULO I

1. Estudio del arte mediante la revisión bibliográfica para determinación de contaminación por vehículos a combustión interna, paneles solares y vías del centro histórico de Cuenca.

1.1. Introducción

En el presente capítulo se especifica las emisiones gaseosas de los vehículos de combustión interna, se describe cada uno de las emisiones de gases que se producen después de la combustión del motor.

Se realiza una investigación acerca de cómo se genera la electricidad para los accesorios de confort del vehículo y como la producción de la generación de corriente para el sistema de encendido. También se analiza los factores que influyen al consumo de combustible.

La red de monitoreo de la calidad del aire en Cuenca da a conocer los resultados de emisiones contaminantes anuales indicando que las diferentes variables medidas algunas de ellas no se encuentran dentro del rango permitido por la OMS y NCCA las mismas que sobrepasan el rango permitido son aquellas que se encuentran donde existe mayor congestión vehicular.

Se realiza una investigación acerca de la situación actual de la Ciudad, la cantidad de vehículos matriculados, las parroquias que tienen mayor demanda de movilización de ciudadanos al centro de la Ciudad, las calles que tienen mayor circulación de vehículos, así como también los motivos por lo que los ciudadanos se movilizan al centro histórico de Cuenca. Con la información adquirida

se traza una ruta de Totoracocha al Municipio de la Ciudad para el análisis de la efectividad de los paneles solares.

Y por último se describe cada cómo se generar la energía en el vehículo, el cuanto influye para el consumo de combustible y con ello describir cada uno de los elementos a utilizar para para el estudio de la eficiencia de generación de energía con paneles solares.

1.2. Vehículo de combustión interna

Un vehículo de combustión interna transforma la energía química del combustible que es quemada en el interior de su cámara de combustión para obtener energía mecánica, es decir, el calor producido en el interior de sus cilindros se transforma en trabajo. (*Motor de combustión interna - EcuRed, s. f.*)

1.2.1. Inconvenientes del motor de combustión interna:

Puesto que no todo el trabajo o energía térmica es aprovechado este representa un 20% o 30% de eficiencia, y su sobrante de energía es desperdiciada en los siguientes elementos: radiador, bloque motor, escape, etc. Debido a aquello un motor de combustión interna por su forma de funcionamiento no es capaz de quemar todo su combustible en el interior de sus cilindros lo que representa que su combustión incompleta. En los procesos de combustión existen gases que son nocivos para la salud y otros que no lo son. (*vehículos con motor de combustión interna, s. f.*)

1.3. Gases nocivos de la combustión

1.3.1. Monóxido de carbono

Este gas se produce al realizar una combustión incompleta de combustibles que contienen carbono. Es un gas incoloro, inodoro, explosivo y altamente tóxico. Bloquea el transporte de oxígeno por parte de los glóbulos rojos. Es mortal, incluso en una baja concentración en el aire que respiramos. En una concentración normal en el aire ambiental se oxida al corto tiempo, formando dióxido de carbono CO₂. (*Guía metodológica para la estimación de emisiones vehiculares*, n.d.)

1.3.2. Hidrocarburos

Es el resultado del combustible no quemado en el interior del cilindro que es representado a la salida del escape después de una combustión incompleta. La mala combustión se da debido a la falta de oxígeno durante la combustión (mezcla rica) o también por una baja velocidad en la combustión (mezcla pobre). Los hidrocarburos HC se manifiestan en diferentes combinaciones y actúan de diverso modo en el organismo. Algunos de ellos irritan los órganos sensoriales que afectan a la salud. (Vintimilla Jarrin, 2015)

1.3.3. Óxidos de nitrógeno

Los óxidos de nitrógeno se producen al existir una alta presión, la temperatura y el exceso de oxígeno dado en el proceso de la combustión del motor. El monóxido de nitrógeno (NO), es un gas tóxico y también incoloro, inodoro e insípido, al combinarse con el oxígeno del aire es transformado en dióxido de nitrógeno (NO₂), con combinaciones de

color pardo rojizo y de olor muy penetrante, provoca una fuerte irritación de los órganos respiratorios. Al reducir el consumo de combustible conduce lamentablemente a un ascenso de las concentraciones de óxidos nítricos en los gases de escape, porque una combustión más eficaz produce temperaturas más altas. Estas altas temperaturas generan a su vez una mayor emisión de óxidos nítricos.(Vintimilla Jarrin, 2015)

1.4.Gases no nocivos de la combustión

1.4.1. Dióxido de carbono

Es un gas incoloro, no letal en concentraciones medias y se encuentra de forma natural en la atmosfera siendo su mayor emisión por los motores a gasolina, es necesario para la vida en la superficie terrestre debido a que sirve para el proceso de la fotosíntesis de las plantas y para mantener la temperatura del planeta. El dióxido de carbono CO_2 no es un gas tóxico en excesivas concentraciones provoca el efecto invernadero que eleva la temperatura de la tierra y desequilibra el ciclo natural.(Rojas et al., 2018)

1.4.2. Oxígeno

Es imprescindible para el proceso de combustión debido a que se encuentra en el ambiente, con una mezcla ideal, el consumo de combustible debería ser total, pero en el caso de la combustión incompleta, el oxígeno restante es expulsado por el sistema de escape. Es un gas incoloro, inodoro e insípido. Es el componente más importante del aire que respiramos (21 %) debido a que este se encuentra en todo nuestro ambiente.(Rojas et al., 2018)

1.4.3. Agua

Es aspirada en parte por el motor (humedad del aire) o se produce con motivo de la combustión cuando el motor no alcanza su temperatura ideal. Es un subproducto de la combustión y es expulsado por el sistema de escape del vehículo, se lo puede visualizar sobre todo en los días más fríos, como un humo blanco que sale por el escape (vapor de agua), o en el caso de condensarse a lo largo del tubo, se produce un goteo. Es un componente inofensivo de los gases de escape.(Rojas et al., 2018)

1.5. Factores que incrementan el Consumo de combustible

El consumo de combustible depende los siguientes factores: cilindraje del motor, peso del vehículo, condiciones ambientales, presión de los neumáticos, estados de los componentes del vehículo, tipo de combustible, velocidad a la que circula lo que conlleva las formas de conducción.

- Cilindraje del motor: Se refiere al producto de multiplicar la cilindrada unitaria por el número de cilindros y por lo general es medido en centímetros cúbicos, a mayor cilindraje requiere una cantidad superior de mezcla (aire-combustible).
- Peso del vehículo: Se refiere al peso seco más carga máxima, un vehículo al tener mayor peso requiere de mayor consumo de combustible para su movilización.
- Presión de neumáticos: es una magnitud física y esta depende de acuerdo a los fabricantes, a una menor presión requerida por el fabricante este genera mayor consumo de combustible al tener mayor adherencia.
- Estado de los componentes del vehículo: Se refiere a la frecuencia de mantenimientos que se realiza al vehículo para su óptimo funcionamiento como el lavado de inyectores,

calibración o cambio de bujías, sustitución de cables de bujías, cambio de filtro de gasolina y de aire, cambios de aceite tanto del motor.

- Tipo de combustible: es toda sustancia natural o artificial, que se puede presentar en varios estados ya sea sólido, líquido, gaseoso que al tener combinación con el oxígeno produzca una reacción con desprendimiento de calor.
- Velocidad: esta afecta directamente al consumo de combustible, existe una denominada velocidad "de consumo mínimo" que se relaciona con el régimen de giro del motor, con el par máximo y con el número de marcha en la que se encuentre trabajando la caja de cambios, no hay una regla fija para saber a qué velocidad viajar, pero una aproximación de la velocidad de consumo mínimo se estima que se debe mantener el motor en la zona de par máximo, entre 1.500 y 2.500 rpm, margen en el que se desarrollan los 250 Nm y 350 Nm de par dependiendo de cada vehículo.
- Formas de conducción: de acuerdo al estilo de manejo influye en gran medida el consumo de combustible debido a que los mismos pueden tener una conducción pasiva o agresiva.

Los factores que influyen al consumo de combustible se los estudiara a continuación en su sistema de alimentación de carburante.

1.5.1. Consumo de combustible por generación de electricidad

Los motores de encendido provocado necesitan un sistema el cual genere electricidad, para ello utilizan un elemento llamado alternador. Dicho elemento es el encargado de generar y suministrar electricidad para el funcionamiento del motor, así como también abastecer de energía a todos los elementos del vehículo (radio, asientos calefactores, aire acondicionado, luces, etc.).

El combustible colocado en el vehículo no es aprovechado al 100% en la combustión y solo entre el 12-30% es efectivo y el resto es perdidas en su poder calorífico, una de ellas el alternador que para generar electricidad ocupa de un 0-2% de la eficiencia (El & La, 2014).

Por lo tanto, al existir mayor demanda del uso de los sistemas eléctricos del vehículo (dispositivos de control y confort) se incrementa el consumo de combustible lo que significa que por cada 100 Km el consumo varía entre 0,29-1.02 litros más del uso común (Carlos, 2015).

1.5.2. Factores de control del consumo de combustible

Los factores del proceso de combustión dependen de las variables por la recirculación de los gases de escape y otros parámetros que son:

- Sistema de admisión: mide la cantidad y temperatura de aire que ingresa a la cámara de combustión para tener una mezcla estequiométrica.
- Sistema de refrigeración: envían información de la temperatura del refrigerante para que la ECU interprete y actúe en los pulsos de inyección.
- Sonda Lambda: analiza los gases de escape que emana después del proceso de la combustión detectando excesos o defectos de oxígeno.
- Angulo de avance de encendido: es el ángulo de recorrido por el motor desde que se produce el salto de la chispa hasta el punto de encendido variando de acuerdo a la velocidad de giro del mismo.
- Estado de detonación del motor: detecta la intensidad de las vibraciones del motor producidas por la detonación en la cámara de combustión estas señales son mandas a la ECU para que las pueda interpretar.

1.6. Sistema de inyección

1.6.1. El sistema de inyección es MPFI (Sistema de inyección multi-puerto)

Este tipo de inyección utiliza un inyector para cada cilindro, colocados lo más cerca posible de la válvula de admisión esta inyección por puerto múltiple, tiene la gran ventaja de que todos los cilindros del motor reciben igual calidad de mezcla.

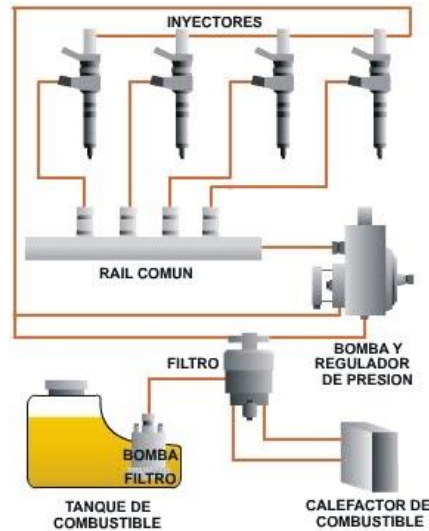


Figura 1 Esquema del sistema de inyección
Fuente: (Yolanda et al., 2014)

El sistema de inyección proporciona carburante a alta presión al ciclo de compresión del motor. Una vez que el combustible ha ingresado en la cámara de combustión se genera una chispa provocando la combustión. El sistema de inyección de combustible comienza en el depósito o tanque. Una bomba de combustible eléctrica, bombea el combustible al rail común a través de un filtro de combustible en línea. La bomba está diseñada para suministrar combustible con una presión por encima de la necesitada por los inyectores. Y el regulador de presión del combustible en el rail común mantiene disponible combustible para los inyectores a una presión constante.

1.6.2. Depósito de combustible

Es un contenedor seguro para fluidos inflamables, forma parte del sistema de inyección de combustible y es donde se encuentra almacenado el combustible.

1.6.3. Bomba de combustible eléctrica

La bomba es uno los elementos esenciales del sistema de inyección. El cual permite que el motor funcione correctamente, pues se encarga de abastecerlo de forma constante de combustible. Siendo su principal función extraer el líquido del depósito de combustible.

1.6.4. Filtro de combustible

Se encuentran en la mayoría de los motores de combustión interna. Un filtro de combustible es aquel que elimina la suciedad y las partículas de óxido del combustible, normalmente en cartuchos que contienen papel de filtro.

1.6.5. Rail de común

Es un elemento del sistema de inyección que está ubicado en la sección inferior del múltiple de admisión. Este riel hace posible que el combustible sea distribuido uniformemente en cada uno de los cilindros a una presión determinada por un regulador.

1.6.6. Regulador de presión

El regulador de presión es el encargado de asegurar una presión uniforme y constante en el circuito de combustible, lo que permite que el motor tenga un funcionamiento perfecto en todos los regímenes de rotación.

1.6.7. Inyectores

Los inyectores son electroválvulas capaces de abrirse y cerrarse millones de veces con una reacción muy precisa al pulso eléctrico que los acciona, sin presentar fugas ni escapes de carburante. Son los encargados de suministrar el combustible al conducto de admisión o a la cámara de pre-combustión, según si se trata de un sistema de inyección directa o indirecta respectivamente, de forma pulverizada y sin goteos para que el combustible se distribuya de la forma más homogénea posible según el régimen de funcionamiento del motor.

Síntomas de fallo de un inyector

- Problemas para arrancar el motor, además las revoluciones pueden ser irregulares e inestables.
- Descenso considerable en la potencia del motor, cuya velocidad máxima queda bastante limitada.
- Consumo de combustible se ve afectado, consumo de combustible mayor en la misma distancia recorrida.

1.7. Tiempo de inyección

El inyector esta alimentado de carburante desde el carril de combustible. El ancho de pulso de inyección depende de las señales interpretadas por la ECU de acuerdo a sus diversos sensores del motor y esto varía para compensar en el arranque en frío, por lo cual cuando el motor está frío el ancho de pulso es más prolongado mientras que cuando un motor este a temperatura optima se disminuye el ancho de pulso.

En la siguiente figura se observa una onda típica del tiempo pulso de combustible, los múltiples puntos de inyección son secuencial o simultánea. Un sistema simultaneo dispara de 4 inyectores al mismo tiempo con cada cilindro receptor 2 pulsos de inyección por ciclo (720° de rotación del cigüeñal). Un sistema secuencial recibe un solo pulso de inyección por ciclo, para coincidir con la apertura de la válvula de entrada. Dando como una guía muy general el ancho de pulso del inyector a temperatura normal de funcionamiento en ralentí es alrededor de 2.5 ms para uso simultaneo y 3,5 ms para secuencial.(Galindo, 2013).

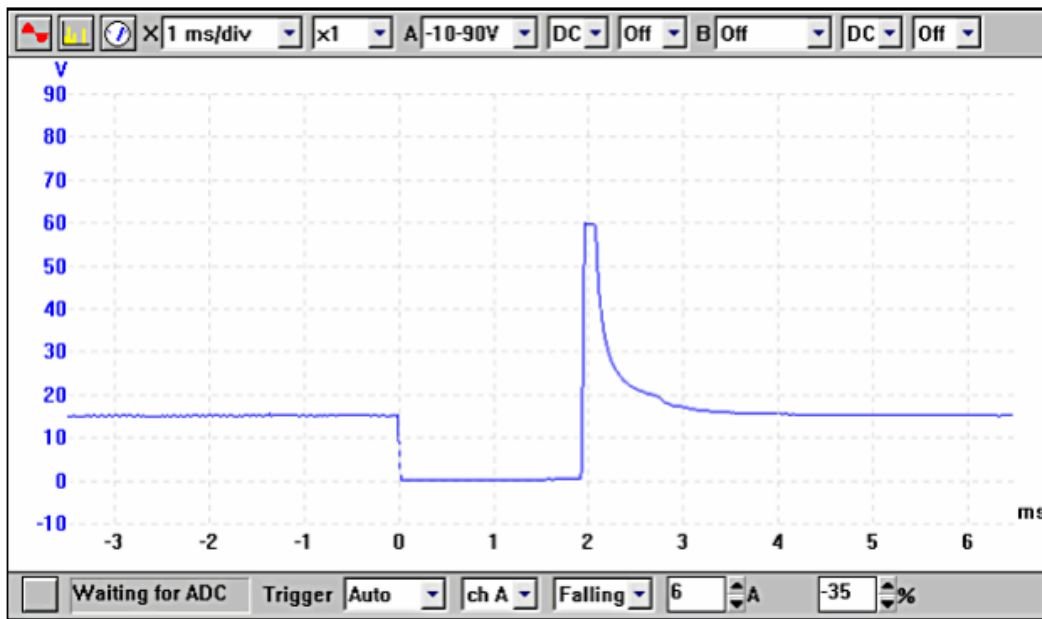


Figura 2 *Tiempo de inyección medida en el osciloscopio*
Fuente:(Laverde & Lopez Espinel, 2005)

La siguiente tabla nos indica los tiempos promedios de pulso de inyección de un vehículo de combustión interna

Tabla 1 *Tiempos de inyección*
Fuente:(Rojas et al., 2018)

Estado	Duración
Ralentí	1-6 ms
2000-3000 rpm	1-6 ms
Plena carga	6-36 ms

1.8.Congestión Vehicular

Se refiere a la excesiva cantidad de vehículos en una calle, avenida o carretera lo que imposibilita la circulación rápida y eficaz de los vehículos. Este problema suele surgir en las horas pico, el cual es el momento en que la mayoría de los conductores se encuentran en las vías, sea para dirigirse a su trabajo, ir de compras, al médico, retirar a sus hijos de los centros educativos, etc. Dando como resultado una aglomeración excesiva de vehículos para poder dirigirse a sus destinos y una pérdida de tiempo.

1.8.1. Parque Automotor

Según la publicación (*919 vehículos más se matricularon en Cuenca / Diario El Mercurio, s. f.*) en el año 2019 se matricularon un total de 93.825 más que en el 2018 puesto que en aquel fueron 92.962, realizando una comparación en el transcurso de un año el parque automotor tuvo un incremento de 919 automóviles matriculados. Según EMOV EP considera que el parque automotor de la ciudad es de unos 112.000 automotores en su totalidad.

Si bien esta cantidad de vehículos circulan por toda la Ciudad de Cuenca, existen algunas vías que por día presentan mayor flujo vehicular que son principalmente: El redondel de los Choferes,

en la Avenida de las Américas; el redondel de la Avenida de las Américas y Remigio Crespo; la avenida Solano y Condamine, las zonas aledañas a los centros comerciales de la ciudad Mall del Río, Batán Shopping, Monay Shopping y Millenium Plaza mientras que en el Centro Histórico las calles son Antonio Vega Muñoz, Gaspar Sangurima, Gran Colombia, Simón Bolívar, Mariscal Sucre, Benigno Malo, Vargas Machuca.

En la figura 3 se observa que según EMOV EP la mayor circulación de vehículos son en las calles que se encuentran resaltadas con color rojo y estas son avenida de las Américas, la avenida Gonzales Suarez, así como también nos indica que son las que tienen mayor conflicto al tener accidentes.

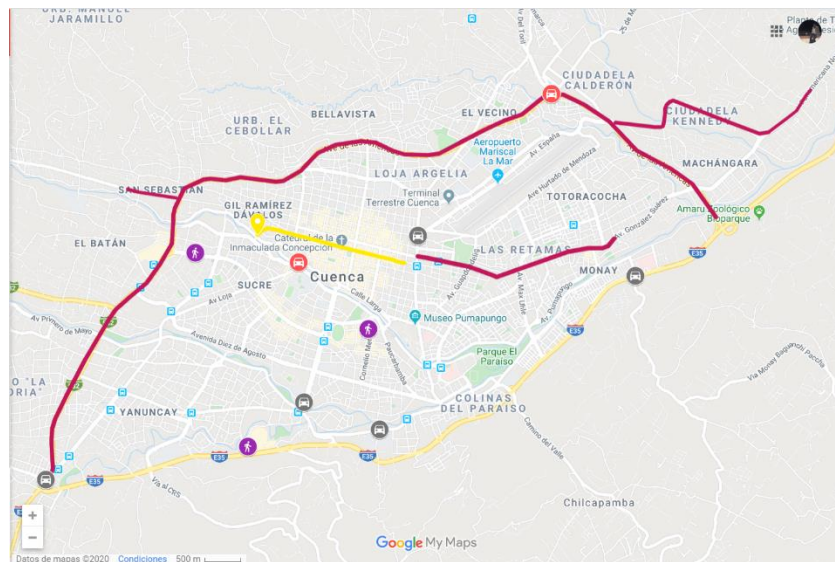


Figura 3 Vías de congestión vehicular en la ciudad de Cuenca
Fuente: (EL TIEMPO - Zonas con mayor conflictividad de tránsito en Cuenca, s. f.)

1.8.2. Movilidad del Parque Automotor en Cuenca.

En la Ciudad de Cuenca ingresan aproximadamente 60.000 viajes con destino al interior de la misma en donde, el parque automotor particular, publico crece en la Ciudad paulatinamente, esto

señala que al transcurso de los años existirá una saturación en el tránsito al existir un gran crecimiento del parque automotor. (Lima & Galvez, 2016)

De acuerdo a la dirección municipal de tránsito nos informa que los habitantes de la ciudad se movilizan al centro histórico, el ejido, seguido de Miraflores. Las razones por lo que la ciudadanía se dirige a estos sectores son por las siguientes razones: trabajos, centros educativos, centros de salud, centros comerciales, etc.

Conforme a aquello la parroquia de Totoracocha representa significativamente salida de los ciudadanos que la habitan a sus diferentes destinos ya sea su movilización; por vehículos particulares, públicos, motorizados, bicicletas y otros medios.

1.9. Contaminación por vehículo

En la ciudad de Cuenca consta de un centro de revisión técnica vehicular la cual para las emisiones contaminantes se basa en la normativa NTE INEN 2204 “GESTION AMBIENTAL. AIRE. VEHICULOS AUTOMOTORES. LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES QUE UTILIZAN GASOLINA” las cual nos permite los valores de emisiones contaminantes en ralentí que se observa en la tabla 2.

Tabla 2 *Límites máximos de emisiones permitidos para vehículos con motor a gasolina*
Fuente (GESTIÓN AMBIENTAL AIRE VEHÍCULOS AUTOMOTORES LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES QUE EMPLEAN GASOLINA, s. f.)

Año modelo	% CO		ppm HC	
	0-1500	1500-3000	0-1500	1500-3000
2000 y posteriores	1,0	1,0	200	200

1990 a 1999	3,5	4,5	650	750
1989 y anteriores	5,5	6,5	1000	1200

1.10. Estado actual de la Ciudad de Cuenca.

Santa Ana de los 4 Ríos de Cuenca, es la capital de la provincia del Azuay, fue fundada el 12 de abril de 1557, se encuentra ubicada en la zona austral de la Sierra Ecuatoriana, en la actualidad es la tercera ciudad más poblada e importante del Ecuador detrás de Quito y Guayaquil.

Según (*Población y Demografía* |, s. f.) en la ciudad de Cuenca en el 2017 cuenta con una población de 603.269 habitantes y se estima que para este año la población tendrá un crecimiento del 15% (Pérez & Quito, 2018).

1.10.1. División Política

El cantón Cuenca se divide en 15 parroquias urbanas y 21 rurales, tienen una representación de cada una por sus juntas parroquiales ante el Municipio de Cuenca.



Figura 4 Mapa de la Provincia del Azuay

Fuente:(Cantón Cuenca (Ecuador) - EcuRed, s. f.)

En la siguiente tabla se representa la división territorial del cantón Cuenca de acorde a sus parroquias urbanas y parroquias rurales.

Tabla 3 División territorial de la Ciudad de Cuenca
Fuente:(Cantón Cuenca (Ecuador) - EcuRed, s. f.)

División territorial	
Parroquias urbanas	Parroquias Rurales
1. San Sebastián	1. Molleturo
2. El Batan	2. Chuacha
3. Yanuncay	3. Sayausí
4. Bellevista	4. Chiquintad
5. Gil Ramírez Dávalos	5. Checa
6. El Sagrario	6. San Joaquín
7. San Blas	7. Baños
8. Sucre	8. Sinincay
9. Huayna Cápac	9. Octavio Cordero
10. Hermano Miguel	Palacios
11. El Vecino	10. Sidcay
12. Totoracocha	11. Llacao
13. Monay	12. Ricaurte
14. Machángara	13. Parroquias urbanas de Cuenca
	14. Paccha
	15. Nulti
	16. Turi
	17. El Valle
	18. Santa Ana
	19. Tarqui
	20. Victoria del Portete
	21. Cumbe
	22. Quingueo

En la figura 5 se observa la ubicación de cada una de las parroquias rurales conforme a la numeración de la tabla 3.

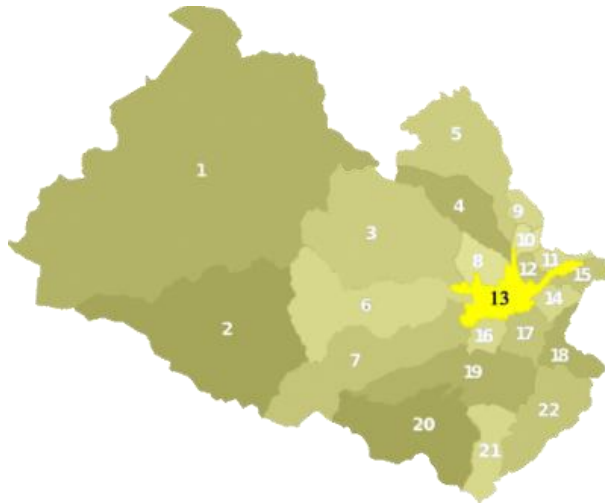


Figura 5 División Rural de la Ciudad de Cuenca
 Fuente: [HTTP://WWW.CUENCA.GOV.EC](http://www.cuenca.gov.ec)

En la figura 6 se puede ubicar la zona de donde se encuentra su división urbana conforme a los sectores y límites territoriales.

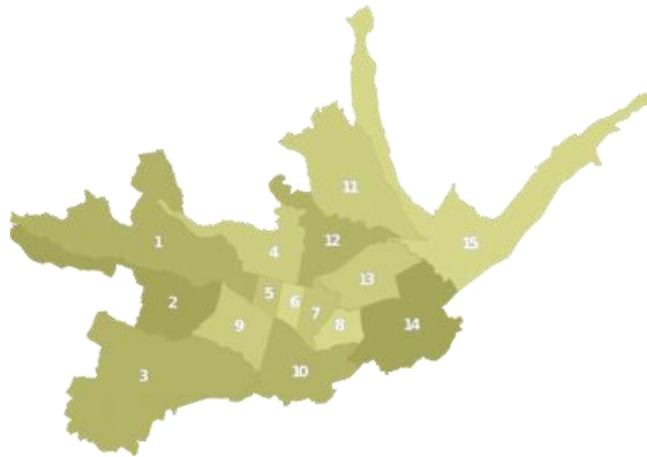


Figura 6 División urbana de la Ciudad de Cuenca
 Fuente: [HTTP://WWW.CUENCA.GOV.EC](http://www.cuenca.gov.ec)

1.11. Estaciones de red de monitoreo en la Ciudad de Cuenca

La Ciudad de Cuenca cuenta con una sub red pasiva de muestreo de contaminantes gaseosos con una cantidad total de 20 estaciones las cuales se describen en la siguiente tabla.

Tabla 4 Descripción y ubicación de las redes de monitorio de la calidad del aire en Cuenca
Fuente: (CALIDAD DEL AIRE CUENCA>, 2018)

Código	Nombre	Ubicación	Contaminantes	Escala
MAN	Machángara	Jardines del Río y Calle Londres	$O_2, NO_2, SO_2, PS, BTEX$	Vecinal
EIA	Escuela Ignacio Andrade	Reino de Quito y Avenida Gonzales Suarez	$O_2, NO_2, SO_2, PS, BTEX$	Vecinal
EHS	Escuela Héctor Sampértegui	Camino a Ochoa León	$O_2, NO_2, SO_2, PS, BTEX$	Vecinal
CHT	Colegio Herlinda Toral	Alta Urco y Avenida Paseo de los Cañarís	$O_2, NO_2, SO_2, PS, BTEX$	Vecinal
TET	Terminal Terrestre	Avenida Madrid y España	$O_2, NO_2, SO_2, PS, BTEX$	Vecinal
ECC	Escuela Carlos Crespi II	Calle de la Bandolla y Calle del Arpa	$O_2, NO_2, SO_2, PS, BTEX$	Vecinal
ODO	Facultad de odontología- Universidad de Cuenca	Avenida Pasaje de Paraíso y Avenida 10 de Agosto	$O_2, NO_2, SO_2, PS, BTEX$	Vecinal
EVI	Escuela Velasco Ibarra	Avenida Felipe II y Avenida Isabela Católica	$O_2, NO_2, SO_2, PS, BTEX$	Vecinal
MEA	Mercado el Arenal	Avenida Remigio Crespo y Avenida de las Américas	$O_2, NO_2, SO_2, PS, BTEX$	Vecinal
BAL	Balzay CEA- Universidad de Cuenca	Avenida Ordoñez Laso y Avenida Cerezos	$O_2, NO_2, SO_2, PS, BTEX$	Vecinal
VEG	Vega Muñoz	Vega Muñoz y Luis Cordero	$NO_2, SO_2, BTEX$	Micro escala
CCA	Colegio Carlos Arízaga Vega	Calle J. Lavalle y Calle A. Ricaurte	$O_2, NO_2, SO_2, PS, MP_{10}, BTEX, MP_{2,5}$	Urbano, Vecinal
MUN	Municipio	Calle Simón Bolívar y Presidente Borrero	$O_2, NO_2, SO_2, CO, PS, MP_{10}, BTEX, MP_{2,5}$	Urbano, Vecinal
EIE	Escuela Ignacio Escandón	Avenida Loja y Calle Ignacio de Rocha	$O_2, NO_2, SO_2, PS, MP_{10}, BTEX$	Urbano, Vecinal
BCB	Estación de Bomberos	Calle Presidente Córdova y Luis Cordero	$NO_2, SO_2, PS, BTEX$	Micro Escala

LAR	Calle Larga	Calle Larga y Borrero	$NO_2, SO_2, BTEX$	Micro escala
ICT	Antenas de Ictocruz	Camino a Ictocruz	O_3	Regional
CEB	Cebollar	Calle del Cebollar	$O_2, NO_2, SO_2, PS, BTEX$	Vecinal
MIS	Misicata	Calle Carmela Malo	$O_2, NO_2, SO_2, PS, BTEX$	Vecinal

1.12. Cantidad de contaminantes gaseosos de acuerdo a las normativas

En la Ciudad de Cuenca se basa a dos normativas el análisis de la calidad del aire que son: Normativa Ecuatoriana de Calidad del Aire Ambiente (NCCA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), en la siguiente tabla se encuentran los valores permitidos de acuerdo a las normas.

Tabla 5 Contracciones de contaminantes gaseosos de acuerdo con las normativas
Fuente: (CALIDAD DEL AIRE CUENCA , 2018)

Contaminante	NCAA $\frac{\mu g}{m^3}$	OMS guía $\frac{\mu g}{m^3}$
MP_{10} (24h)	100	50
MP_{10} (anual)	50	20
CO (1h)	30000	30
CO (8h)	10000	10
NO_2 (1h)	200	200
NO_2 (anual)	40	40

1.13. Niveles de contaminación en Cuenca

La calidad del aire es un indicador del bienestar de calidad de vida y está asociado al desarrollo de la ciudad, se monitorea la calidad del aire desde el 2008 conformado parte del Aire Cuenca también conocido como Cuenca Aire la cual es la encargada de la revisión técnica vehicular y esta finalizó en el año 2010. La empresa EMOV EP toma el cargo de la revisión técnica vehicular una vez finalizado el periodo de Cuenca Aire.

Según el último informe de calidad de aire realizado por la EMOV EP en el año 2018, de los contaminantes son los siguientes:

1.13.1. Monóxido de Carbono

Este gas es uno de los principales contaminantes que se emite por el tubo de escape de los vehículos a gasolina. Y en las zonas urbanas influye drásticamente al tráfico vehicular.

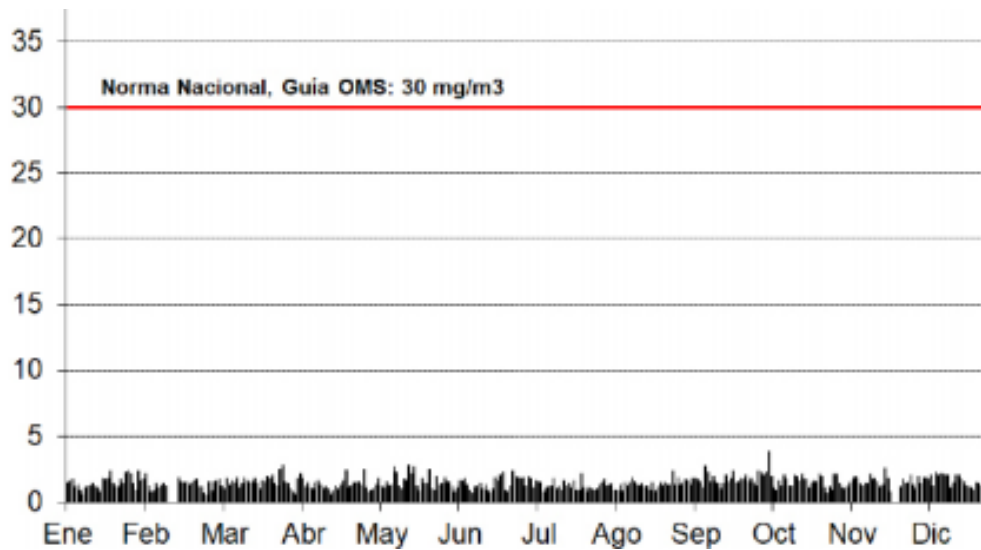


Figura 7 Promedio horario de las concentraciones de Monóxido de Carbono

Fuente: (CALIDAD DEL AIRE CUENCA , 2018)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) nos indica que el valor de concentración horaria de monóxido de carbono es de $30 \frac{mg}{m^3}$, en la figura 7 nos muestra la cantidad de monóxido de carbono emitido mensualmente lo que representa su pico más alto de $0.3 \frac{mg}{m^3}$ de acuerdo al informe de la calidad del aire en Cuenca esto indica que la concentración de monóxido de carbono se encuentra por debajo del rango permitido.

1.13.2. Material Particulado MP_{10} menor a 10 micras

En las diferentes estaciones de la red de monitoreo de la calidad del aire en Cuenca que se observa en la figura 8, nos indica que en el Colegio Carlos Arízaga (CCA) que se encuentra ubicado cerca del parque industrial tiene mayor concentración de material particulado.

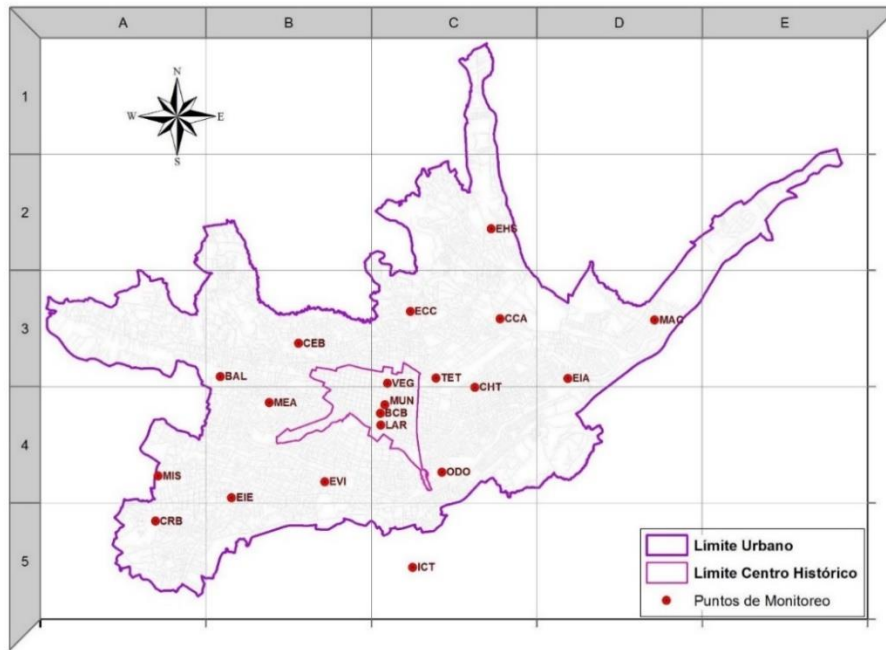


Figura 8 Estaciones de la Red de vigilancia de la calidad del aire en Cuenca
Fuente: (JERVES COBO & Armijo Arcos, 2016)

Observe la tabla 5 en la cual nos indica los valores permitidos de conforme a la normativa, con esto se realiza una comparación de que las emisiones contaminantes de las estaciones Colegio Carlos Arízaga (CCA) con $39.1 \frac{\mu g}{m^3}$, Municipio de Cuenca (MUN) con $30.1 \frac{\mu g}{m^3}$, Escuela Ignacio Escandón (EIE) con $36.5 \frac{\mu g}{m^3}$, que sobrepasan a los vales permitido a la Organización mundial de la Salud (OMS) pero en comparación a la Normativa Ecuatoriana de la calidad del Aire Ambiente (NCAA) se encuentra debajo de los límites permitidos observe la figura 9.

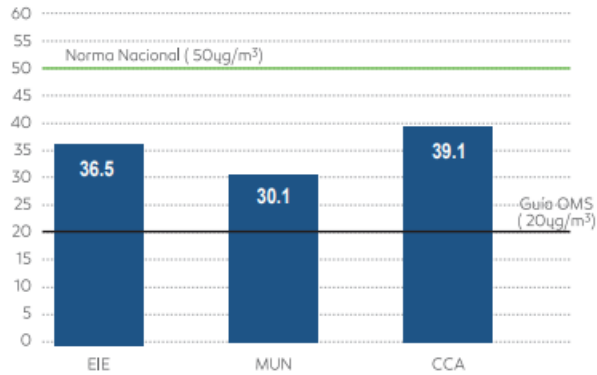


Figura 9 Promedio Anual de contracciones de material Particulado, Año 2018
 Fuente: (CALIDAD DEL AIRE CUENCA , 2018)

1.13.3. Dióxido de Nitrógeno

La norma de la calidad del aire (NCAA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) especifica que la cantidad máxima de dióxido de Azufre es de $40 \frac{\mu g}{m^3}$. En la siguiente figura nos indica las concentraciones anuales de dióxido de carbono y representa una mayor concentración en las estaciones ubicadas en el centro histórico debido a que ocurre mayor tránsito vehicular y son representadas en la Antonio Vega Muñoz (VEG), Bombero (BCB), Calle Larga (LAR) y el terminal terrestre

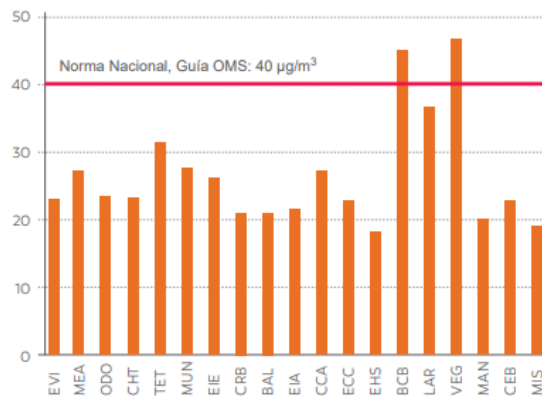


Figura 10 Dióxido de Nitrógeno, Promedio anual de concertación
 Fuente: (CALIDAD DEL AIRE CUENCA>, 2018)

En cambio, en la siguiente figura se observa el mapa de la ciudad de Cuenca y de donde se encuentran ubicadas las estaciones de la red muestreo de la calidad el aire, y de acuerdo a una escala de colores esta indica que en el centro histórico de la ciudad se tiene mayor concentración de dióxido de nitrógeno vea figura 11.

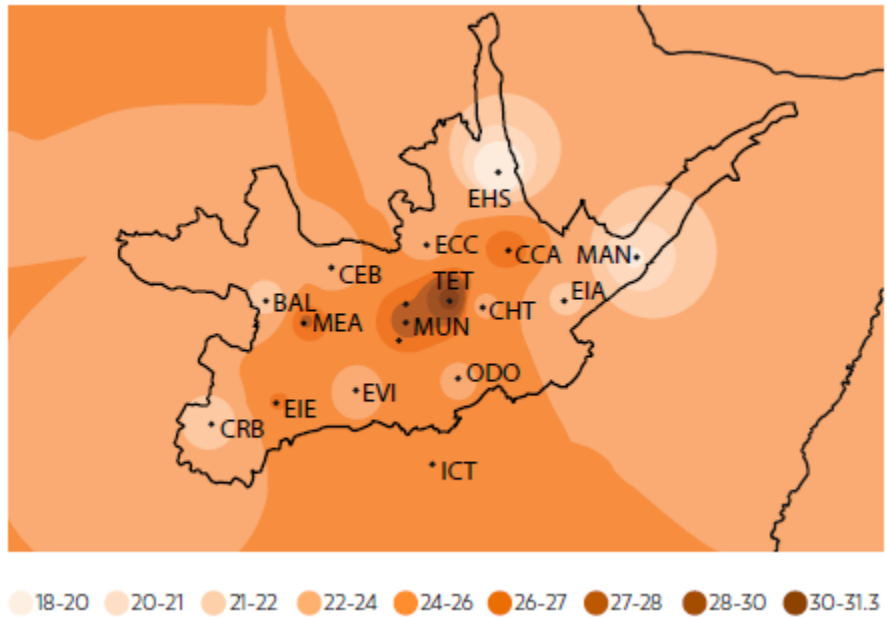


Figura 11 Red de monitoreo de dióxido de nitrógeno en la ciudad de Cuenca
Fuente:(CALIDAD DEL AIRE CUENCA , 2018)

1.14. Definición de Ruta de Totoracocha al Municipio de Cuenca

Previo a la selección de la ruta se considera los siguientes criterios: horas pico, tiempo de recorrido, distancia de recorrido, número de paradas (intersecciones, redondeles, semáforos). Los criterios tomados de acuerdo a que las personas tienen mayor preferencia en tomar estas rutas de movilización, la cual la ruta inicia y finaliza en donde existe mayor concentración de gente para realizar sus diferentes actividades.

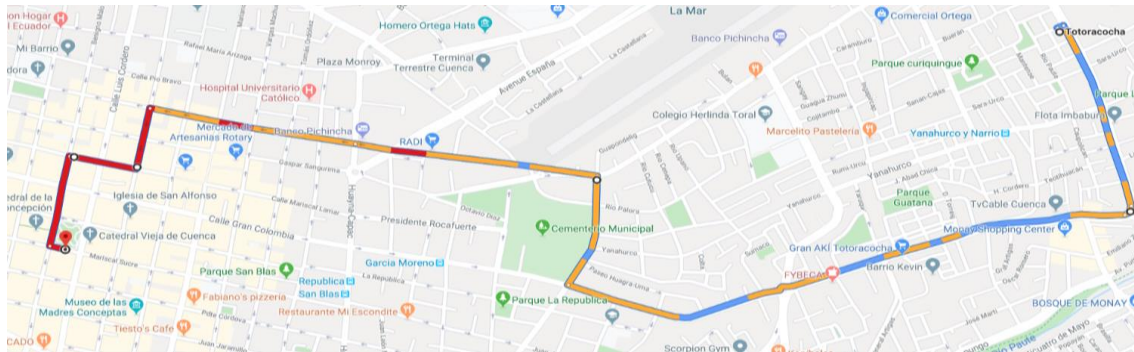


Figura 12 A Ruta Totoracocha- municipio de Cuenca

Fuente: Barreto & Guamán ;2020

En la figura 12 se presenta la selección de la ruta desde Totoracocha hasta el municipio de Cuenca hay un total de recorrido de 5.2 Km con una estimación de 35 minutos para la llegar al destino seleccionado, este tiempo es tomado en las horas pico donde existe mayor afluencia de vehículos y su velocidad no sea excesiva por lo que se estima una velocidad promedio de 10 Km/h, y mientras tanto la velocidad permitida para ingresar al centro histórico es de 30 Km/h.

La ruta está conformada de lo siguiente avenidas; De los Andes, Gonzales Suarez, Gil Ramírez Dávalos y las calle; Núñez de Bonilla, Antonio Vega Muñoz, Presidente Borrero, Mariscal Lamar, Benigno Malo y Mariscal Sucre

En la siguiente tabla se especifica la descripción y características de la ruta seleccionada.

Tabla 6 *Criteria de la selección de la ruta*

Fuente: Barreto & Guamán ;2020

VARIABLES	CANTIDAD
Semáforos	24
Redondeles	2
Intersecciones	23
Giros a la izquierda	3
Giros a la derecha	4

Nota: En lo descrito de la tabla nos indica que el vehículo tiene que detenerse por unos instantes.

A continuación, se especifica en la tabla la descripción de los tiempos de duración del recorrido de acuerdo con las variables que influyen al tráfico vehicular.

Tabla 7 *Tiempos de Llegada al Destino en las Horas Pico*
Fuente: Barreto & Guamán ;2020

Hora de ruta	Recorrido	Estimación
11:40 a.m.	Totoracocho-Municipio	40 minutos
12:20 p.m.	Totoracocho-Municipio	35 minutos
13:00 p.m.	Totoracocho-Municipio	35 minutos
13:30 p.m.	Totoracocho-Municipio	30 minutos
14:30 p.m.	Totoracocho-Municipio	30 minutos

En lo que se observa en la tabla 7 la hora pico del medio día comienza desde las 11:30 am hasta las 14:30 con un recorrido total de 30 minutos, mientras que el vehículo recorre sin tráfico vehicular de 12 minutos, los tiempos son estimados de acuerdo a Google-Maps.

De la ruta establecida el mayor embotellamiento lo presenta en el centro histórico de Cuenca lo cual se puede observar en la siguiente figura.

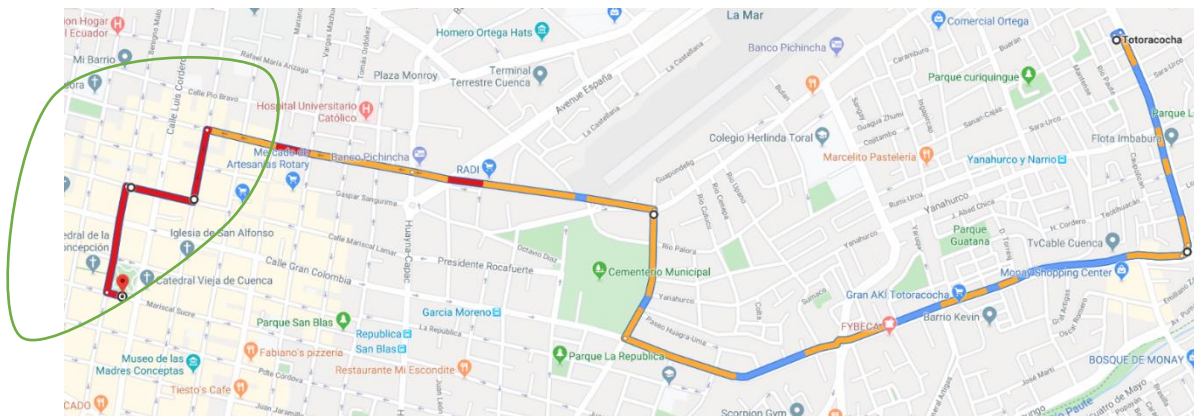


Figura 13 *Ruta Totoracocho-Municipio de Cuenca zona de saturación*
Fuente: Barreto & Guamán ;2020

1.15. Elemento de generación de energía

En un vehículo de combustión interna el principal elemento para la generación de energía es el alternador el cual ocupa parte del movimiento motor para su producción.

El alternador es uno de los componentes más importantes de un vehículo porque Es el encargado de transformar la energía mecánica en energía eléctrica y toma su nombre de la corriente alterna que produce por medio de los distintos fenómenos de inducción a los que es sometido para cumplir su función.

Alternador

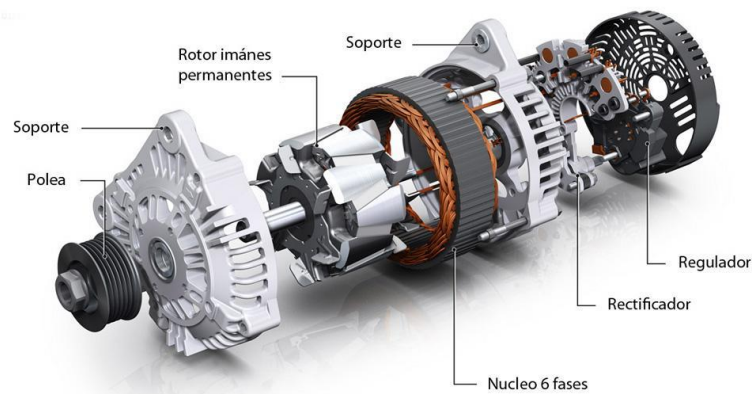


Figura 14 Alternador despiece

Fuente: (El alternador: te explicamos para qué sirve, sus partes y cómo funciona, s. f.)

Pero su labor va más allá, además de transformar la energía en electricidad, es el responsable de almacenarla en la batería para que nos sea de utilidad incluso aunque no hayamos encendido el motor. Lo cual su consumo de su poder calorífico lo estudiamos en el apartado 1.4.1.

1.16. Formas de medición de contaminación de los vehículos.

La importancia de la calidad del aire es de suma importancia para que la sociedad pueda subsistir saludablemente, lo cual en nuestra ciudad la empresa EMOV-EP regula a los vehículos en sus emisiones contaminantes de acuerdo a la normativa NTE INEN 2204.

Para la cual utilizan un analizador de gases que puede medir la cantidad de emisiones contaminantes por vehículo estos analizadores pueden ser usados de forma estática y dinámica. También por parte de los estudios utilizan un almacenador de datos con el propio vehículo mismo que es el OBD-II.

1.17. Sistema de recarga solar



Figura 15 Sistema de recarga solar

En la figura 15 se puede observar un sistema de recarga solar, la cual ocupa los siguientes elementos

- Panel fotovoltaico
- Regulador
- Batería o acumulador

1.18. Descripción de Equipos del Proyecto

1.18.1. Panel solar

Dispositivo formado por materiales sensibles a la luz que desprenden electrones, cuando incide rayos de luz sobre el material para generar energía eléctrica. El más común de los paneles está hecho a base de silicio puro con adicción de impurezas de ciertos elementos químicos, siendo capaces de generar cada una de 2 a 4 Amperios, a u voltaje de 0.46 a 0.48 Voltios.

Dispositivo a utilizar panel solar flexible el cual permite el uso sobre superficies de curva su potencia máxima 150 W, voltaje pico de 25,62 V y si intensidad pico 5.92 A.

1.18.2. Analizador de Gases ASG-688

En un dispositivo utilizado para determinar las diferentes concentraciones de gases contaminantes contenidas en el escape de vehículos de encendido por chispa o conocido por encendido provocado, puede ser utilizado tanto para el control de las emisiones como para el mantenimiento ordinario o la reparación de los vehículos. (*Analizador de Gases Brain Bee - Modelo AGS-688 - Globaltech Ecuador, s. f.*)

El equipo cuenta con una cámara de medición marca SENSORS catalogada como una de las mejores en el mundo lo cual garantiza una larga vida útil y extremada precisión en la lectura, siendo este último un factor muy importante en cualquier analizador de gases, por esta razón es usado en innumerables centros de revisión vehicular en todo el mundo.

Posee las siguientes características:(*Analizador de Gases Brain Bee - Modelo AGS-688 - Globaltech Ecuador, s. f.*)

- Función automática de calibración a cero.
- Tiempo de calentamiento menor a 10 minutos.
- Sistema de filtrado reforzado y con trampa de agua.
- Pruebas automáticas para residuos de HC y vacío.
- Auto prueba y auto diagnóstico.
- Compensador de altura.
- Medición inalámbrica vía radio de RPM y temperatura de aceite con el accesorio MGT-300/R (opcional).
- Pantalla LCD con iluminación de fondo.
- Software para PC de múltiples aplicaciones.
- Conexión a PC vía Cable USB. Opcionalmente vía bluetooth.
- Impresora térmica de alta velocidad.
- Mide: HC, CO, CO₂, O₂.
- Cálculo de Lambda y CO corregido.
- Habilitado para medición de NO_x con sensor opcional.

1.18.3. Regulador de Carga Solar PWM

Un controlador de carga solar gestiona la energía que ingresa al banco de baterías desde la matriz solar. Asegura que las baterías de ciclo profundo no se sobrecarguen durante el día y que la energía no retroceda a los paneles solares durante la noche y agote las baterías. Algunos controladores de carga están disponibles con capacidades adicionales, como iluminación y control de carga, pero administrar la energía es su trabajo principal.

Un controlador de carga solar está disponible en dos tecnologías diferentes, PWM y MPPT. La forma en que funcionan en un sistema es muy diferente entre sí. Un controlador de carga MPPT es más costoso que un controlador de carga PWM.

1.18.4. Batería o acumulador

Una batería eléctrica, también llamada pila o acumulador eléctrico, es un elemento que se compone por celdas electroquímicas. Capaces de convertir la energía química en su interior en energía eléctrica, mediante la acumulación de corriente alterna. De esta manera, sirven para alimentar distintos circuitos eléctricos, dependiendo de su tamaño y potencia.(Sanches, s. f.)

CAPITULO 2

2. Implementación del sistema de carga eléctrica con paneles solares al vehículo

Chevrolet Luv D-max año 2008 para la obtención de los datos de las variables de estudio en el centro histórico de Cuenca.

2.1.Introducción

En el presente capítulo se define el sistema de carga eléctrica del vehículo y el sistema a implementarse de generación de energía con paneles solares, describiendo sus componentes empleados.

Para la implementación de los paneles solares se realiza una descripción de material utilizado en su estructura, se realiza tres análisis los cuales son: un análisis de aerodinámico del vehículo, análisis para la resistencia del material empleado en la estructura, análisis matemático de deflexión de la estructura.

Se describe también la construcción e implementación de la estructura, el ajuste de los paneles solares, la ubicación y ajuste de la estructura al vehículo.

Como parte final de este capítulo presenta todo el sistema de carga eléctrica de vehículos con paneles solares implementado en el vehículo.

2.2.Beneficios en el vehículo

Al implementar paneles solares como medio de carga para la batería, se procura eliminar el 4% consumido por el alternador, ventilador, y de esta manera mejorar la eficiencia del motor de combustión interna. Siendo como su finalidad principal reducir las emisiones de gases contaminantes producidos en el trabajo del motor.

Mediante los paneles solares se pretende aprovechar los largos tiempos de permanencia en las horas pico de las zonas céntricas y el calor irradiado por el sol, para minimizar el consumo energético y la contaminación producida por este exceso; con la implementación, se genera un sistema encargado de suministrar la corriente requerida en el vehículo, para dispositivos de control, seguridad y confort, así como también entregar la carga necesaria para el acumulador o batería.

2.3.Sistema de carga eléctrica

2.3.1. Sistema de carga eléctrica convencional

El sistema de carga cumple la función de recargar la batería y alimentar a los sistemas que consumen energía eléctrica.

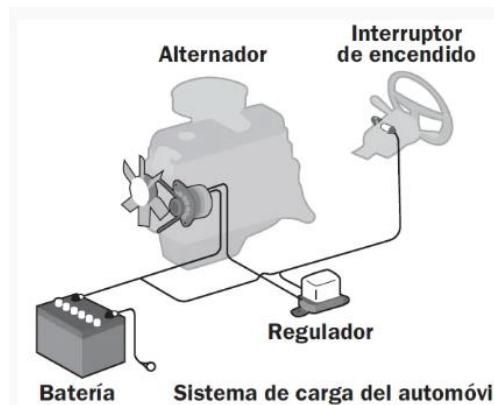


Figura 16 Sistema de carga eléctrica convencional
Fuente: (SISTEMA DE CARGA EN EL AUTOMÓVIL – Electrotec, s. f.)

Para poner en marcha el motor de combustión interna, la batería suministra la corriente necesaria al motor de arranque la misma que descarga durante este proceso. El alternador que entra en funcionamiento igual con el motor de combustión interna, envía corriente a la batería para recargarla, la batería suministra de energía eléctrica a todos los elementos consumidores,

el regulador controla el voltaje y la corriente, la batería actúa en conjunto para controlar el voltaje, la corriente e indicar el flujo de esta.

Cuando el motor se apaga el alternador se detiene y deja de generar corriente, en este momento el voltaje en el generador es 0 y la batería se encuentra a plena carga por tanto la misma puede suministrar la suficiente energía al motor de arranque y a elementos consumidores por un determinado lapso de tiempo.

2.3.2. Sistema de carga eléctrica mediante paneles solares

El sistema de carga eléctrica mediante paneles solares está compuesto por un conjunto de componentes que permite captar la energía del sol o energía solar y transformarla en energía eléctrica. A este proceso se le llama efecto de generación de energía fotovoltaica.

Componentes:

- Celdas Fotovoltaicas
- Regulador de carga solar
- Acumulador o batería

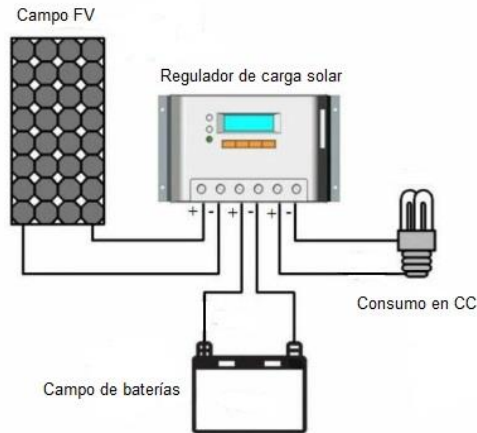


Figura 17 Sistema de carga mediante paneles solares
 Fuente: (Proyecto EnDev/GIZ, s. f.)

Un conjunto de paneles fotovoltaicos que captan energía luminosa y la transforman en corriente continua a baja tensión esta corriente continua va hacia el regulador de carga, su función es evitar sobrecargas o descargas excesivas al acumulador, puesto que los daños podrían ser irreversibles, la corriente ya regulada y controlada es enviada al acumulador o batería el mismo almacena la energía producida por el generador (Paneles Fotovoltaicos), por lo tanto la misma puede suministrar la suficiente energía al motor de arranque y a elementos consumidores por un determinado lapso de tiempo.

2.4. Consideraciones

Antes de implementar de los elementos de carga eléctrica del vehículo se debe considerar los siguientes el tipo de material a utilizar, tiene que ser de fácil acceso, construcción, flexible y bajo costo, así mismo tiene que ser resistente a esfuerzos, presiones, temperatura y no deformarse.

Se debe considerar para los análisis la velocidad del vehículo en el centro histórico de la ciudad de Cuenca, los esfuerzos y presiones a la que va a estar sometida la estructura, la temperatura del ambiente en las horas pico.

2.5. Definición del material de uso

“La madera ofrece unas posibilidades que muchos otros materiales no alcanzan, no sólo en prestaciones, también en su durabilidad ya que está demostrado que la madera como material puede durar con un adecuado diseño y mantenimiento hasta siglos.” (*¿Montar mi propia estructura de madera? / Maderea, s. f.*)

La madera constituye una de las primeras materias primas que fueron usadas por el ser humano. Actualmente, la madera sirve para procesos primordiales en nuestra sociedad como ser material de construcción, de revestimiento, construcción de muebles, carpintería, fabricación de calzado, ebanistería o servir como combustible. (*¿Montar mi propia estructura de madera? / Maderea, s. f.*)

El material que se decidió utilizar para la estructura total es la madera de copal por las siguientes razones y características:

- La Madera es un recurso renovable, abundante, orgánico, económico, reciclable y con el cual es muy fácil de trabajar.
- Es dúctil, maleable y tenaz.
- La Densidad, Cuanto más tiene la madera es más resistente.

2.6.Estructura

La estructura será construida con tiras de madera de 3 cm de ancho por 4 cm de alto, estas medidas se tomaron en base a las cargas y esfuerzos que va a estar sometido, también a su fácil preparación, ensamblaje y construcción. El armazón exterior de la estructura seguirá las mismas medidas de los filos laterales del balde de la camioneta, formando así un armazón rectangular que nos servirá como unión entre el balde con la estructura de los paneles y soporte para los largueros para la sujeción de los paneles solares.

Se agregará aparte 2 tirillas transversales a los largueros para la sujeción de los paneles solares y una tirilla en el medio para evitar que los paneles sufran o presenten deformaciones en las partes centrales.

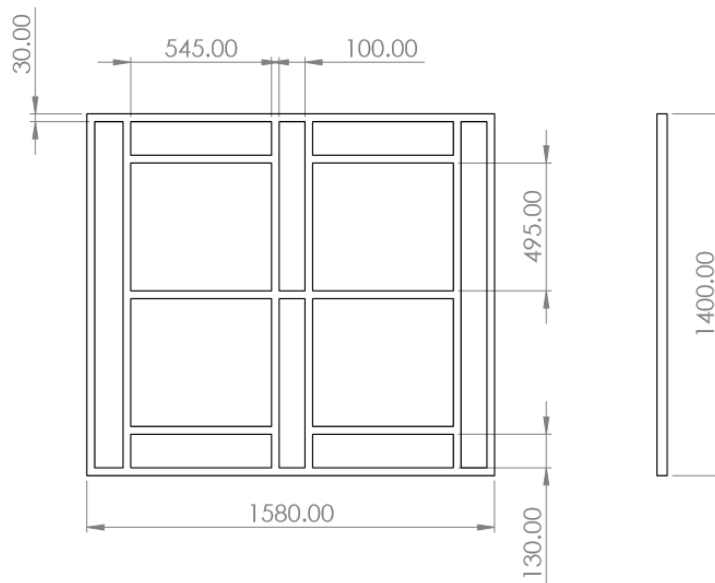


Figura 18 *Diseño de la estructura vista frontal y lateral*
Fuente: Barreto & Guamán; 2020

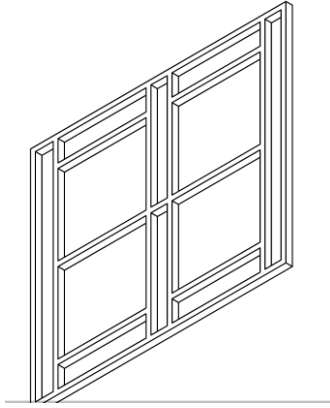


Figura 19 *Diseño de la estructura vista isométrica*
Fuente: Barreto & Guamán; 2020

2.7.Simulación y Diseño Computacional

La simulación se basa en un modelo de la realidad que cuenta con una serie de datos reales por los que va a atravesar la camioneta y los paneles solares para así poder observar el comportamiento de esta, nos permite obtener datos como la velocidad, presión y temperatura acerca del sistema real.

2.7.1. Análisis Aerodinámico

Para el análisis aerodinámico se tomó en cuenta que según (*El Telégrafo - Noticias del Ecuador y del mundo - Cuenca tiene tres fotorradares para controlar la velocidad*, s. f.) la velocidad máxima para circular en el centro histórico de la ciudad de Cuenca es de 50 km/h, se realiza un análisis aerodinámico de la camioneta sin paneles solares y otra simulación montado los paneles solares.

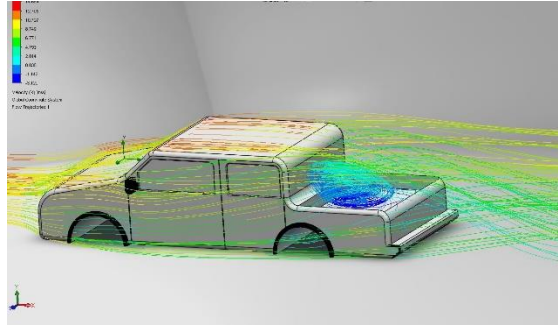


Figura 20 *Análisis aerodinámico sin paneles solares*
Fuente: Barreto & Guamán; 2020

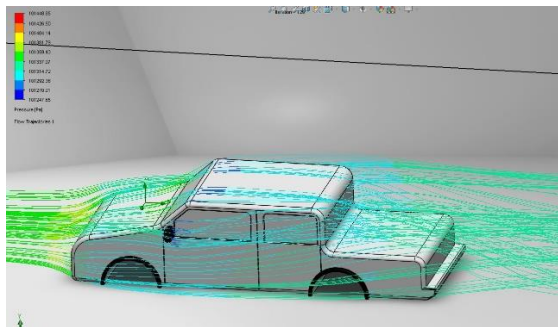


Figura 21 *Análisis aerodinámico con paneles solares*
Fuente: Barreto & Guamán; 2020

Se aprecia que en la Figura 20 una creación de turbulencia en el balde de la camioneta, mientras que en la figura 21 con la instalación de los paneles solares en la parte superior del balde se reduce las turbulencias y la velocidad del aire concluyendo que con los paneles solares no sufrirán ninguna imperfección.

2.7.2. Análisis de velocidad

Mediante la simulación con software y varios parámetros del entorno obtenemos los valores de velocidad del aire de la camioneta con la instalación y sin la instalación de los paneles solares.

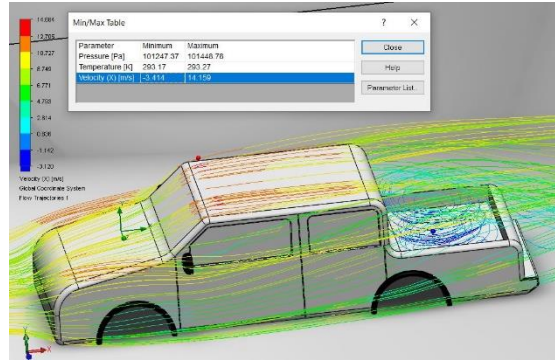


Figura 22 Análisis de velocidad del aire sin paneles solares
Fuente: Barreto & Guamán; 2020

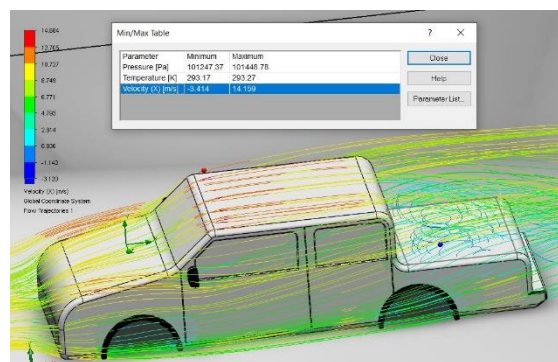


Figura 23 Análisis de velocidad del aire con paneles solares
Fuente: Barreto & Guamán; 2020

Se puede observar en la Figura 22 que la camioneta sin paneles solares en el balde se genera una depreciación del aire a una velocidad de: -3.014 m/s mientras que en la simulación de la figura 23 con paneles solares se genera una depreciación del aire de: -3.414 m/s, dando como resultado que en la camioneta con el balde vacío se origina un movimiento desordenado de las moléculas, las mismas describen trayectorias sinuosas y forman torbellinos o turbulencias generando con esto mayor carga aerodinámica a la camioneta y aumentando el consumo energético del motor, mediante la instalación de los paneles solares se liberaría este consumo energético y además se aprovecha la luz solar para la carga de la batería.

2.7.3. Análisis de presión

Para el análisis de presión se tomó en cuenta que según (*El tiempo en Cuenca, Ecuador - Worldmeteo, s. f.*) la presión atmosférica en la ciudad de Cuenca es de: 1028 hPa esto equivale a 102800 Pascales, con este dato de presión y velocidad partimos para el análisis de presión que va a soportar la camioneta sin paneles solares y otra simulación montado los paneles solares.

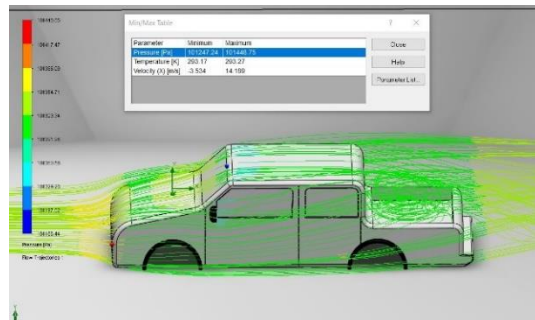


Figura 24 Análisis de presión sin paneles solares
Fuente: Barreto & Guamán; 2020

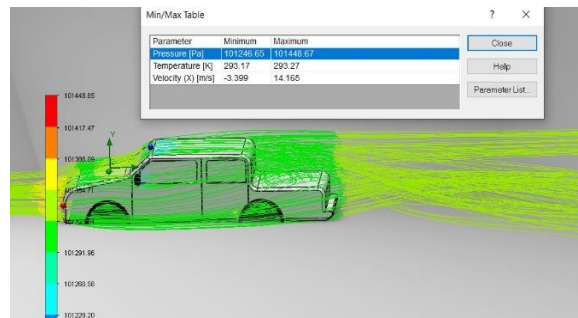


Figura 25 Análisis de presión con paneles solares
Fuente: Barreto & Guamán; 2020

Se aprecia en la **Figura 24** y **Figura 25** que no existe una variación de presión significativa, la presión máxima de la camioneta con el balde vacío es de 101448.75 Pa, mientras que en el balde con paneles existe una presión máxima de 101448.67 Pa, por tanto, obtenemos que las presiones en el balde la camioneta con los parámetros especificadas anteriormente no varía significativamente con lo que se procederá a instalar los paneles en ese lugar.

2.7.4. Análisis estructural

Para el análisis estructural se tomó en cuenta el tipo de material que se va a utilizar, la presión, la velocidad y el peso de los paneles solares, se realizó la simulación de tensiones y desplazamientos obteniendo como resultado que no existe ningún tipo de pandeo, deformación o desperfecto en la estructura y los paneles.

Tabla 8 Descripción de variables aplicadas a la simulación de la estructura.

Variable de estudio	Cantidad	Unidad de medida
Presión	101448	Pascales
Velocidad	40	Km/h
Peso de paneles	1.70	kg
Gravedad	9.81	m/s ²

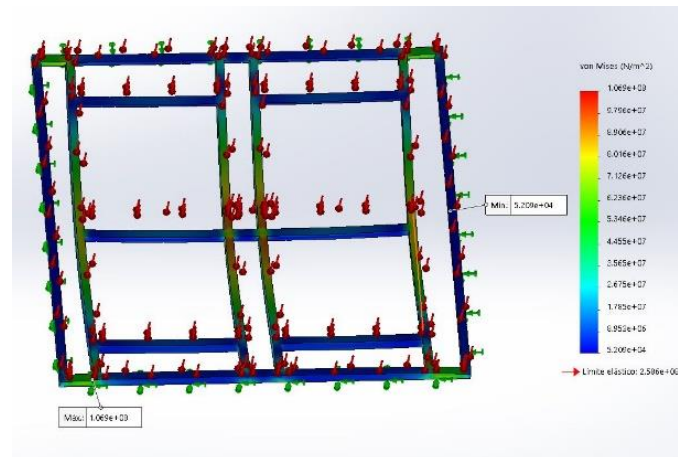


Figura 26 Análisis estructural (Von Mises)
Fuente: Barreto & Guamán; 2020

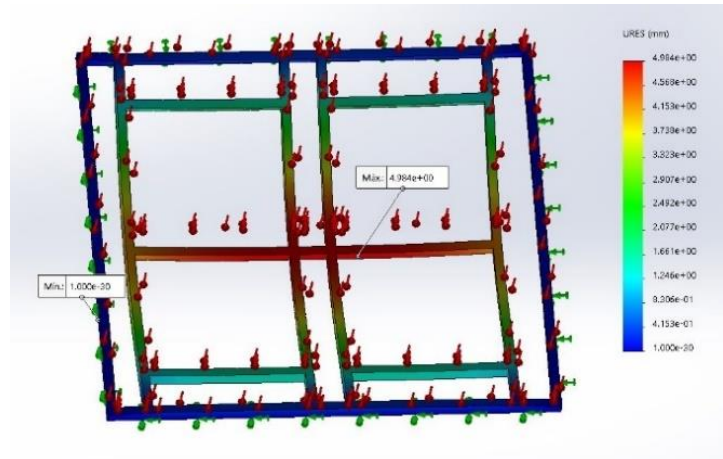
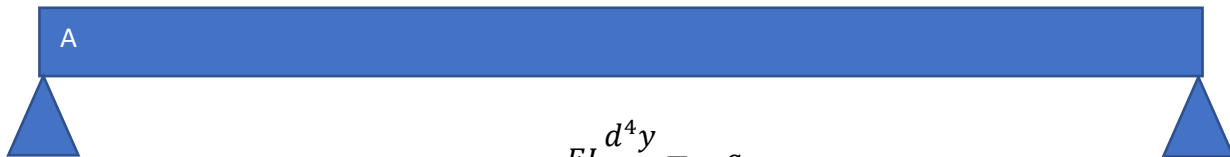


Figura 27 Análisis estructural (mm)
Fuente: Barreto & Guamán; 2020

2.7.5. Análisis matemático de deflexión



$$EI \frac{d^4 y}{dx^4} = -g$$

$$EI \frac{d^3 y}{dx^3} = -gx + C_1$$

$$EI \frac{d^2 y}{dx^2} = -\frac{1}{2}gx^2 + C_1x + C_2$$

Condiciones de frontera del punto A

$$X = 0 \quad M = 0$$

$$X = 0 \quad y = 0$$

Condiciones de frontera del punto B

$$X = L \quad M = 0$$

$$X = L \quad y = 0$$

Reemplazo de los valores con las condiciones y se obtiene los valores las constantes

$$M(x) = -\frac{1}{2}gx^2 + C_1x + C_2$$

$$C_2 = 0$$

$$C_1 = \frac{1}{2}gL$$

Se integra $M(x)$ para obtener la deflexión

$$EI \frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{1}{2}gx^2 + \frac{1}{2}gLx$$

$$EI \frac{dy}{dx} = -\frac{1}{6}gx^3 + \frac{1}{3}gLx^2 + C_3$$

$$EIy = -\frac{1}{24}gx^4 + \frac{1}{12}gLx^3 + C_3x + C_4$$

Se obtiene los valores de las constantes con las condiciones sin ningún valor de deflexión en el punto B y las contante $C_4 = 0$ se asume que los que $y=0$ nos da la siguiente ecuación

$$0 = -\frac{1}{24}gx^4 + \frac{1}{12}gLx^3 + C_3x$$

Si $X = L$ y $y = 0$ se obtiene la siguiente ecuación

$$0 = -\frac{1}{24}gL^4 + \frac{1}{12}gL^4 + C_3L$$

Se despeja y se obtiene C_3

$$C_3 = -\frac{1}{24}gL^3$$

Se sustituye los valores de las constantes y se tiene que:

$$Ely = -\frac{1}{24}gx^4 + \frac{1}{12}gLx^3 + -\frac{1}{24}gL^3x$$

$$y = \frac{g}{24EI}(-x^4 + 2Lx^3 - L^3x)$$

El valor máximo de deflexión se obtiene haciendo $x = \frac{L}{2}$

$$y_{max} = \frac{5gL^4}{384EI}$$

El módulo de elasticidad de la madera es 110000 kg/cm^2

La inercia del elemento de calcula con la siguiente ecuación

$$I = \frac{b^3h}{3}$$

De la variable g hace referencia al peso aplicado en el mismo y los que influye es únicamente la gravedad y el valor máximo de deflexión nos es

$$y_{max} = 2.046 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

2.8.Acople de sujeción para la sonda del analizador de gases

Para el acople de sujeción de la sonda se utiliza una placa de metal de 5mm de grosos el mismo si soportara las altas temperaturas de los gases de escape, tendrá un agujero en un extremo y una muesca del otro extremo.

El extremo se sujeta a la carrocería del automóvil mediante pernos mientras que en el otro extremo se coloca la sonda por la abertura y va introducida en el escape. Un extremo se sujeta a la carrocería del automóvil mediante pernos mientras que en el otro extremo se coloca la sonda del analizador en la mueca y va introducida en el escape.

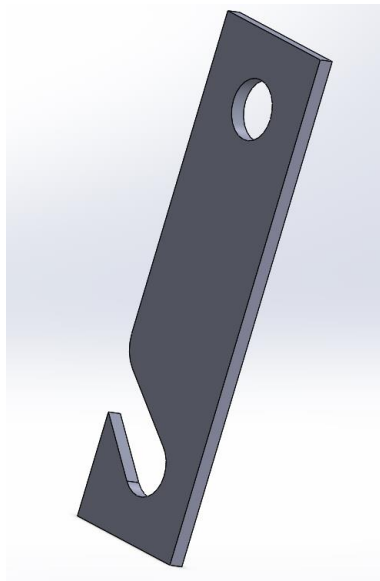


Figura 28 *Diseño de acople de sujeción de la sonda del analizador de gases*
Fuente: Barreto & Guamán; 2020

2.9. Ensamblaje de estructura

Para ensamblar la estructura previamente se prepara la madera en tiras de 4cm de alto por 3 cm de ancho, a continuación, se procede a cortar la madera de la longitud en las medidas del plano, con clavos, cola plástica y martillo se ensambla y se une los trozos de madera para llegar a la estructura del plano final.



Figura 29 Estructura terminada
Fuente: Barreto & Guamán; 2020

2.10. Acople de la estructura al balde de la camioneta

Para la sujeción de la estructura se utiliza 4 tornillos triple pato galvanizado de las siguientes dimensiones: 1/2 plg de ancho por 2 plg de largo, se localiza 4 puntos fijos de la estructura y el balde de la camioneta para unirlos entre sí.



Figura 30 Puntos de sujeción en la estructura
Fuente: Barreto & Guamán; 2020

2.11. Montaje de los paneles solares en la estructura

Para la instalación de los paneles solares en la estructura de madera previamente se ubicaron y se realizó un conteo de los puntos de sujeción de cada panel solar, los mismos son agujeros con un diámetro de 10mm, siendo un total de 8 puntos de sujeción como se aprecia en la **Figura 31**.



Figura 31 *Puntos de sujeción en los paneles*
Fuente: Barreto & Guamán; 2020

Mientras que en la estructura de madera ensamblar a la misma 4 trozos de madera de 100 mm de largo, 50 mm de ancho y 40 mm de grosor para, con esto se logró establecer 8 puntos de sujeción por cada panel solar en la estructura como se aprecia en la **Figura 32** y así poder montar los paneles correctamente.

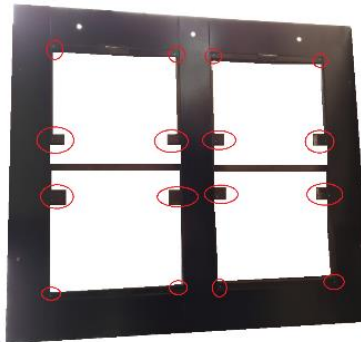


Figura 32 *Puntos de sujeción en la estructura*
Fuente: Barreto & Guamán; 2020

Con los 8 puntos de sujeción en la estructura de madera y en cada panel solar se procedió a montar los paneles solares mediante tornillos de $\frac{1}{4}$ plg por $\frac{1}{2}$ plg y arandela.

CAPITULO III

3. Generación de base de datos de emisiones contaminantes y tiempos de recorridos en horas picos

3.1.Introducción

En este capítulo se indica los procedimientos a seguir para adquirir la base de datos de emisiones contaminantes producidas por el vehículo, se describe los componentes utilizados para la generación de la base de datos, así como también las variables de estudio que son; Monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), Oxígeno (O₂) e hidrocarburos no combustionados (HC).

También como otro punto se describe los factores que afectan a las emisiones contaminantes de ellos el tipo de combustibles utilizados, las formas de conducción, igualmente se muestra el procesamiento a realizarse con los datos recopilados señalando su filtrado valores mediante de método de la media aritmética después de ello se señala la evaluación de estos datos.

Como siguiente paso señala el grado de desviación a tomarse de acuerdo a su velocidad promedio de recorrido para así comprar entre pruebas las velocidades similares (con paneles solares VS sin paneles solares) y calcular su porcentaje de desviación.

Como último punto se calcula el grado de desviación de las variables de estudio (CO, CO₂, O₂, HC) considerando a las pruebas que son semejantes con su velocidad adjuntando también cada una de las gráficas correspondientes a cada prueba

3.2. Diagrama de procesos de adquisición de datos

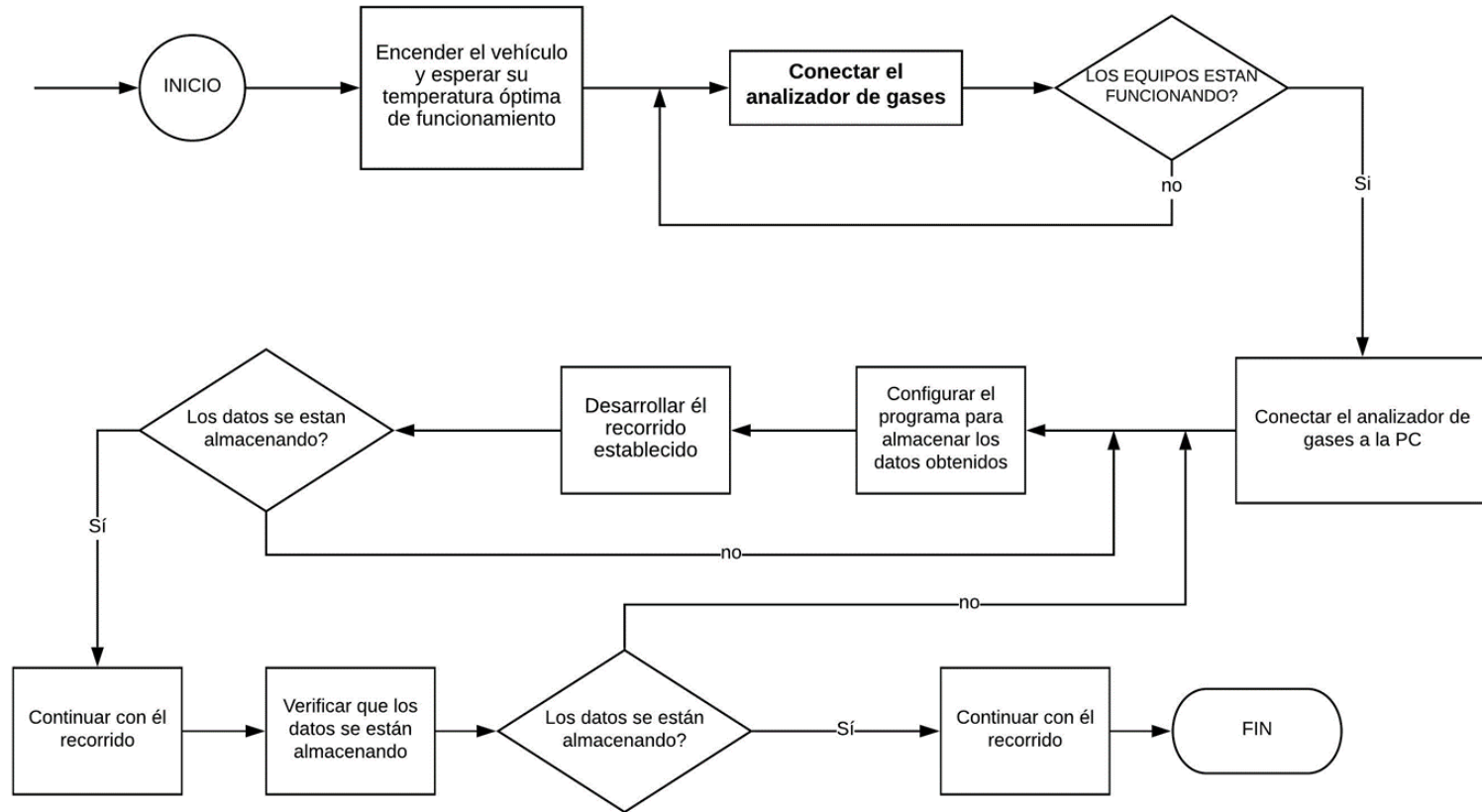


Figura 33 Diagrama de procesos del vehículo para adquisición de datos

3.3. Componentes para la extracción de datos

3.3.1. Computadora Portátil

Es un dispositivo electrónico, que se utiliza para procesar información y obtener resultados, capaz de ejecutar cálculos.

3.3.2. Analizador de gases Brain Bee Mahle AGS-688

Es un equipo capaz de medir en porcentajes, partes por millón, los compuestos químicos emitidos por el escape de un motor de combustión interna, dichos componentes son: CO, CO₂, HC, O₂.

3.3.3. Inversor de Corriente

Su función es cambiar el voltaje de corriente continua a un voltaje de salida de corriente alterna, transforma los 12v de la corriente continua de una batería de almacenamiento del vehículo, a 110v de corriente alterna que es la necesaria para que funcionen los equipos eléctricos, tales como todos aquellos de uso doméstico, así como también el analizador de gases Brain Bee.

3.3.4. Estructura y conjunto de paneles solares

Estos componentes son los que aprovechan la energía del sol para producir electricidad.

3.3.5. Controlador PWM

Controlador PWM (Pulse-Width Modulation), ayuda a controlar la tensión generada por los paneles solares y el amperaje de recarga a la batería de 12 voltios y/o componentes electrónicos y de control.

3.3.6. Cables

Es un elemento fabricado de cobre por su alto grado de conductividad y forrados con aislantes para evitar pérdidas de energía que circula a través de este.

3.4. Variables de respuesta (Gases de emisiones contaminantes)

Los datos medidos durante las pruebas son los siguientes: HC, CO, CO₂, O₂ los mismos que se definen a continuación, además se indican parámetros para aprobar la revisión técnica vehicular.

3.4.1. CO (Monóxido de carbono):

Se forma siempre que la combustión es incompleta, es un gas tóxico, incoloro e inodoro, en la combustión, los valores altos, indican que la mezcla aire gasolina es rica es decir existe un exceso de combustible, este parámetro de forma correcta está comprendido entre 0,5 y 2 %, siendo la unidad de medida el porcentaje en volumen.

3.4.2. CO₂ (Dióxido de Carbono):

Este gas no es toxico a bajos niveles porcentuales, el motor funciona de una manera eficiente cuando el **CO₂** está a su nivel más alto permisible, que se ubica entre el 12 y 15%, este es un excelente indicador de la eficiencia y eficacia de la combustión en la cámara; las lecturas bajas son indicativas o indicios de un proceso de ignición malo, que representa una mezcla pobre o un encendido defectuoso.

3.4.3. HC (Hidrocarburos no quemados):

Son los hidrocarburos que salen del motor sin aprovechar su energía calorífica, debido a que la concentración de **HC** en el gas de escape es muy pequeña, lo que da como resultado un indicio de una mezcla excesivamente rica o presencia de aceite en la cámara de combustión, dando como resultado que este salga de sus parámetros normales comprendidos entre 100 y 400 ppm.

3.4.4. O₂ (Oxigeno):

Este compuesto es directamente el aire que sobro del proceso de combustión, un valor alto de **O₂** puede deberse a una mezcla pobre, combustiones que no se producen o ya sea un escape roto.

Un valor de 0% significa que se ha agotado todo el oxígeno y se aprovechó al máximo la mezcla aire combustible, normalmente el Oxigeno debe ubicarse debajo del 2 %.

Todos estos gases generados de la combustión son altamente vulnerables a cambios bruscos generados en la mezcla aire combustible, esta mezcla varía según el estilo de conducción del chofer, a continuación, indicaremos los estilos de conducción más comunes.

3.5. Factores que afectan el comportamiento de emisiones contaminantes

3.5.1. Tipos de combustibles.

La gasolina se obtiene a través de la refinación y tratamiento del crudo pesado o petróleo. La composición química del crudo permite que se puedan manipular sus átomos y moléculas.

En Ecuador existen dos tipos de gasolinas: el extra o actualmente eco-país que es de 80 octanos, y la súper de 89 octanos. (*Ecuador arranca venta de biocombustible - BBC News Mundo*, s. f.)

3.5.2. Tipos de conducción

Los datos adquiridos por el analizador de gases a través de la sonda son vulnerables a los estilos de conducción como se mencionó anteriormente, el conductor es incapaz de mantener un estilo de conducción único por tanto en cada estilo de conducción se presentan diferentes casos de mezclas aire combustible y los Hidrocarburos, Dióxido de Carbono, Monóxido de Carbono y Oxígeno varían bruscamente al cambiar entre estilos de conducción generando variaciones bruscas en los datos.

3.5.3. Conducción Económica

También se le puede denominar conducción “ecológica”, pues el resultado de este tipo de conducción es reducir el consumo de combustible y de la contaminación, para lograr esto el conductor logra cambiar de marcha lo antes posible para que el motor trabaje a revoluciones bajas generando así mayores prestaciones en relación con la economía, contaminación y distancia recorrida.

3.5.4. Conducción de Alto Rendimiento

Se busca generar un mayor rendimiento del automóvil generando una buena respuesta del motor, disminuir contaminaciones y además ahorrar combustible.

Este es el tipo de conducción que recomienda el fabricante ya que se logra un equilibrio de los 3 factores más importantes en todo automóvil mencionados anteriormente, para lograr esto se debe mantener las revoluciones indicadas por cada fabricante.

3.5.5. Conducción brusca o prestacional

Este estilo de conducción tiene un único objetivo de aprovechar al máximo las prestaciones del automóvil, para alcanzar este estilo de conducción se debe mantener las revoluciones y par del motor al máximo.

3.5.6. Resultados obtenidos

Se presentan gráficos de resultados obtenidos en Hidrocarburos medidos en partes por millón (ppm) ya que varían directamente según el tipo de conducción.

- Conducción brusca

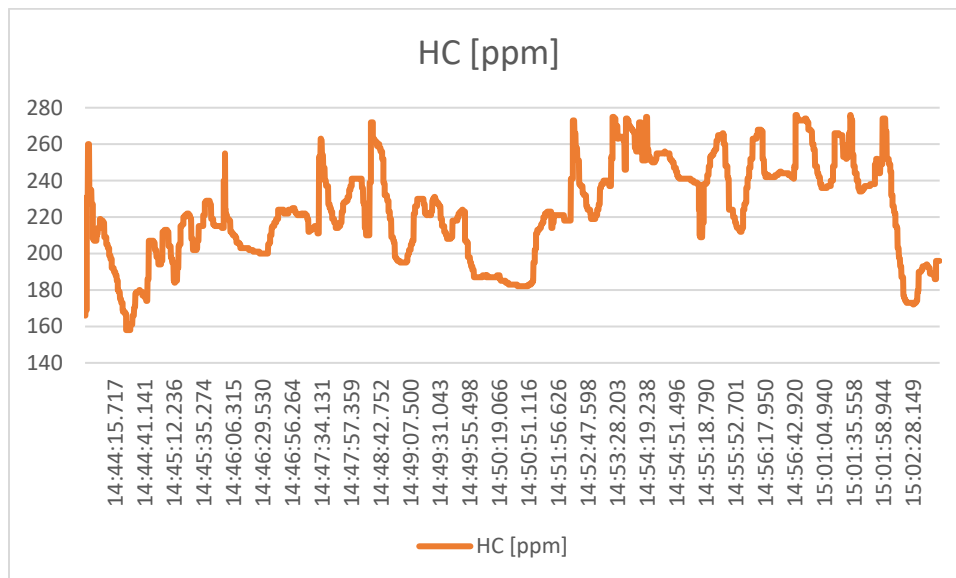


Figura 34 Conducción brusca
Fuente: Barreto & Guamán; 2020

En este tipo de conducción únicamente se aprovecha al máximo las prestaciones del motor, generando o ganando grandes aceleraciones y velocidades en poco tiempo, mientras que en el tema de contaminación y consumo de combustible aumenta notoriamente.

- **Conducción económica**

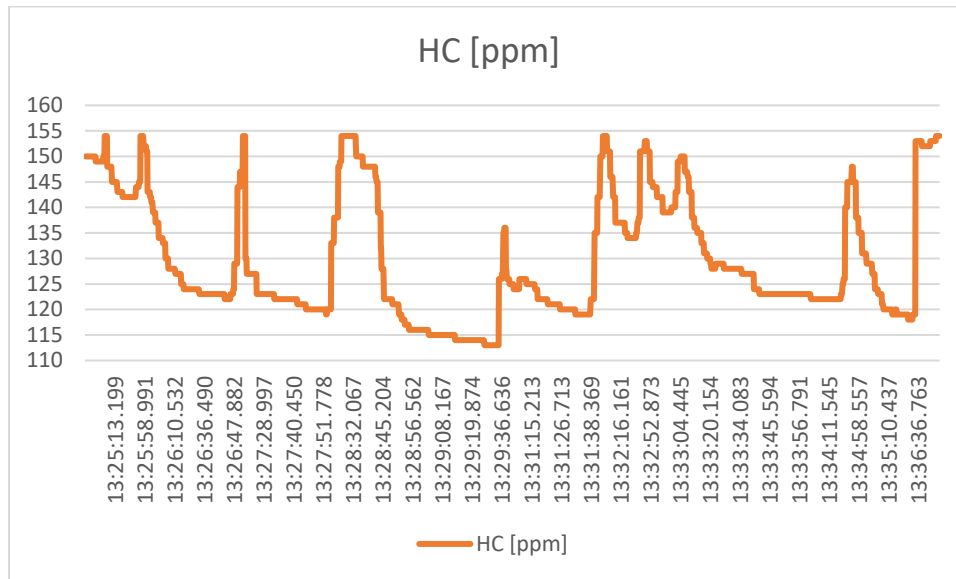


Figura 35 'Conducción económica'

Se observa claramente la diferencia de los Hidrocarburos no combustionados entre la conducción brusca y conducción ecológica, los valores máximos de los HC en la conducción ecológica son de 154 ppm mientras que los valores más altos de HC en conducción brusca son de 278 ppm existe un notable incremento de HC entre cada tipo de conducción.

3.6. Procesamiento de datos

El procesamiento de datos consiste en generación de la obtención de la moda, la misma que establece cual es el valor de referencia de un comportamiento estándar y sobre esta reproduce una desviación del $\pm 25\%$, estandarizando el comportamiento de los resultados, evitando de esta forma, mostrar aquellos inesperados que puedan afectar el análisis.

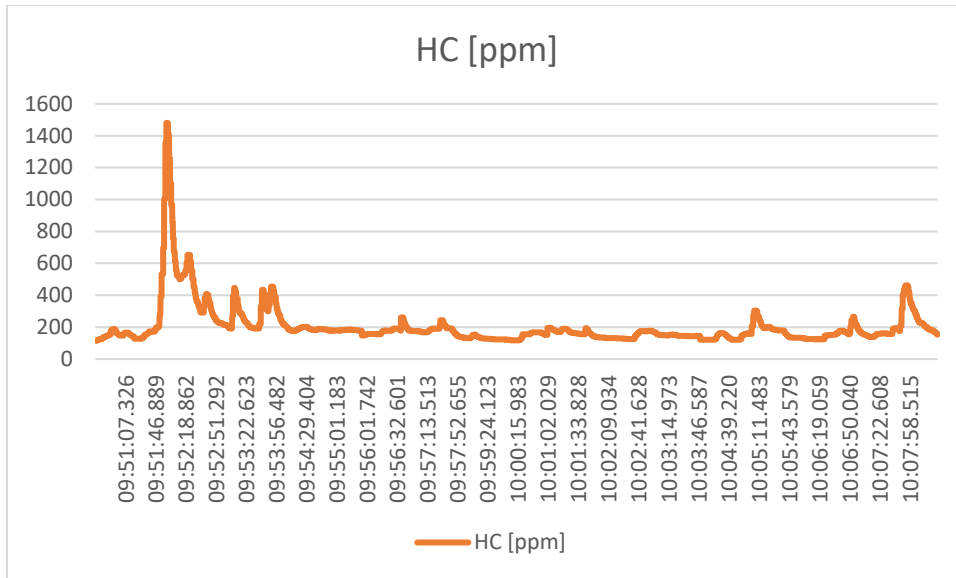


Figura 36 'Prueba sin aplicación de MODA'

En los resultados obtenidos se puede apreciar un pico de 1500 ppm de HC no combustionados, productos de reacciones bruscas en la conducción, dado que estos datos salen del comportamiento, estos valores atípicos, para nuestro análisis se filtraron, de tal manera de tener un patrón más homogéneo.

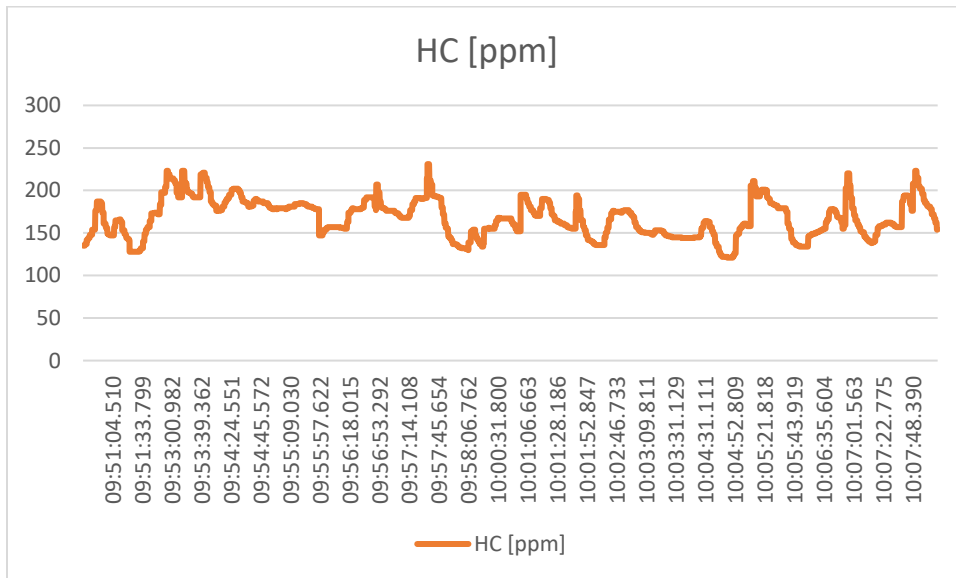


Figura 37 'Prueba aplicando MODA'

En el gráfico anterior se observa claramente, que el comportamiento de datos tiende a generar desviaciones pequeñas que hacen de los resultados un comportamiento con tendencia, más lineal, garantizando que los valores máximos y mínimos estén dentro de lo establecido.

3.7.Evaluación de datos

Para evaluar los datos recopilados de las emisiones contaminantes producidas por el vehículo, se realiza una estimación del promedio de todos valores recopilados y procesados en las descripciones anteriores.

Existe una gran cantidad de datos, por lo cual se procede a realizar una estimación promedio de los valores adquiridos y comparaciones entre las pruebas, bien sea con paneles solares o sin ellos implementados en el vehículo.

Los valores considerados para **HC, CO, O₂, CO₂** se obtiene entre la computadora portátil (conexión USB) y el analizador de gases, para cada una de estas variables se estima los valores promedios para su respectivo análisis. Como se observa en la siguiente tabla los datos de adquisición de las pruebas son sin instalar los paneles solares (condiciones normales de funcionamiento).

Tabla 9 Promedio de datos sin paneles solares de emisiones contaminantes

#PRUEBA	CO [% Vol]	HC [ppm]	O ₂ [% Vol]	CO ₂ [% Vol]
SIN PANELES				
1	0,60053213	159,060003	4,59012316	10,8765198
2	0,52547346	153,658172	5,19072948	10,6464812
3	0,50326832	151,564528	5,97914826	9,62165168
4	2,46172734	224,801994	3,44613958	10,2148389
5	1,66661638	201,476772	5,2797342	9,43235153
6	1,18134448	182,941497	6,3846984	8,95385174

A continuación en la tabla se muestra los valores promedio de emisiones contaminantes de las pruebas realizadas con la instalación de paneles solares.

Tabla 10 Promedio de datos con paneles solares de emisiones contaminantes

#PRUEBAS	CO [% Vol]	HC [ppm]	O2 [% Vol]	CO2 [% Vol]
CON				
PANELES				
1	0,57572229	153,85741	5,2210523	10,5984433
2	0,52989521	151,277695	7,2355015	9,38562874
3	0,54949545	150,319742	5,36456439	10,1298621
4	0,56889021	160,981934	5,0026484	10,0653365
5	0,43912257	129,686115	8,50925825	8,40673903
6	0,55138211	144,629404	4,48407859	11,2126016

3.8.Grado de desviación

Los datos de emisiones contaminantes son captados mediante la conexión de un analizador de gases al vehículo y recopilados por una computadora portátil, para adquirir estos datos el vehículo de combustión interna circula en una ruta marcada que es mencionada en el capítulo 1, los valores para la base de datos de emisiones y tiempo son tomados a consideración desde que inicia el recorrido hasta que se culmina el recorrido.

3.8.1. Desviación por velocidad

Esta desviación se encuentra en base de calcular la velocidad promedio que obtiene el vehículo en cada prueba, lo que influye que el valor de distancia en el recorrido es el mismo en todas las

pruebas, el resultado que varía es el tiempo, es decir la velocidad es equivalente a la distancia sobre tiempo (Km/h). De estos resultados en la ruta establecida el tiempo de duración para adquirir los datos de emisiones contaminantes aumenta o disminuye según la cantidad de tráfico que en existe en la ruta bien sea en redondeles, cruces peatonales e intersecciones, la incidencia de semáforos en luz verde o roja, velocidad del vehículo y también el modo de conducción.

Por lo tanto, se realiza una comparativa entre las pruebas con paneles solares y sin paneles que tengan sus velocidades promedio similares. Al obtener semejanzas entre pruebas se encuentra el porcentaje de estas, se tiene en cuenta que la velocidad promedio máxima entre todas las pruebas es el 100%.

Los valores porcentuales de desviación en comparativa entre pruebas se valoran dependiendo del tiempo en el que se termina la prueba, si el conductor tuvo una conducción brusca o normal.

Como otro punto también se obtiene el grado de desviación en los valores promedio de las emisiones contaminantes (HC, CO, CO₂, O₂), que se considera en las relaciones anteriores de velocidad promedio. Obteniendo su desviación entre pruebas con paneles solares y sin ellos.

En la siguiente tabla se enumera a cada prueba realizada y presenta las velocidades promedio del vehículo y los tiempos de recorrido en condiciones normales e instalado los paneles solares de cada una de ellas.

Tabla 11 *Velocidad promedio y tiempos promedios de recorrido*

#PRUEBAS	CON PANELES		SIN PANELES	
	velocidad promedio (Km/h)	tiempo recorrido (minutos)	velocidad promedio (Km/h)	tiempo recorrido (minutos)
1	13,4773218	23,15	13,512343	23,09
2	14,7308782	21,18	14,800759	21,08
3	13,8175376	22,58	14,0224719	22,25

4	14,4779582	21,55	16,0411311	19,45
5	15,3543307	20,32	14,4981413	21,52
6	15,9264931	19,59	15,4531947	20,19

Debido a las diferencias de velocidades según el orden de muestreo se establece similitudes entre ellas de tal manera que ahora se relacionen o sean comparables entre los resultados obtenidos, que se considera en la tabla 12 donde se indica en la primera columna (P06) se menciona la prueba con paneles solares y es comparada con la segunda columna (P05) de la prueba sin paneles solares.

Tabla 12 *Relación entre pruebas*

Con paneles	Sin paneles
P01	P01
P02	P02
P06	P05
P04	P06
P03	P03
P05	P04

Esta reorganización comparativa de pruebas se da debido a que se requiere semejanzas en los muestreos que permitan visualizar el grado de influencia que tengan los paneles solares en la mejora de combustión, para poder corregir aquellos parámetros de ruido por modo de conducción que pueden mostrar resultados irreales.

Después de encontrar las pruebas con mayor similitud se requiriere sacar un porcentaje de desviación considerando a la prueba que tenga su máxima velocidad como el 100% y en la siguiente tabla se presenta los valores calculados.

Tabla 13 Grado de desviación de velocidades promedio

CON PANELES	SIN PANELES	Diferencia	Porcentaje de variación de velocidad
13,512343	13,4773218	0,03502119	0,220%
14,800759	14,7308782	0,06988083	0,439%
15,4531947	15,3543307	0,09886394	0,621%
16,0411311	15,9264931	0,114638	0,720%
14,0224719	13,8175376	0,20493427	1,287%
14,4981413	14,4779582	0,02018303	0,127%

3.9.Comparación de pruebas

Al obtener cada uno de los porcentajes de variación de la velocidad, se realiza las mismas comparaciones de las pruebas en los Hidrocarburos no combustionados (**HC**) para argumentar si existe un beneficio de implementar un sistema de paneles solares como medio de carga en el vehículo.

A continuación se muestra los valores promedio en cada prueba de **HC**, consiguiente a esto se realiza una diferencia de los valores entre las pruebas sin paneles y con paneles para encontrar un porcentaje de variación entre pruebas, también se considera las mismas semejanzas al de la tabla 12 (Relación de Pruebas).

Tabla 14 Grado de desviación de hidrocarburos no combustionados (HC)

Relación de pruebas	HC con paneles	HC sin paneles	Diferencia	% de variación HC
P01-P01	153,85741	159,0600032	5,20259344	3%
P02-P02	151,277695	153,6581716	2,380477	1%

P06-P05	144,629404	201,476772	56,8473682	35%
P04-P06	160,981934	182,9414971	21,9595634	14%
P03-P03	150,319742	151,5645284	1,24478656	1%
P05-P04	129,686115	224,801994	95,1158791	59%

En la tabla 14 se observa la diferencia que existe entre el grado de desviación de la velocidad promedio y el grado de desviación de **HC**, sirviendo estos valores para el análisis del uso de paneles solares como sistema de carga del vehículo.

Tabla 15 *Valores de porcentajes velocidad y HC*

Relación de pruebas	Porcentaje de variación de velocidad	% de variación HC
P01-P01	0,220%	3%
P02-P02	0,439%	1%
P06-P05	0,621%	35%
P04-P06	0,720%	14%
P03-P03	1,287%	1%
P05-P04	0,127%	59%

En las pruebas P01 y P01 de la tabla anterior el beneficio del uso de los paneles solares es del 2.78% de reducción de HC emitidos. En las siguientes gráficas se observa cada uno de los HC recopilados bien sea con paneles o sin ellos.

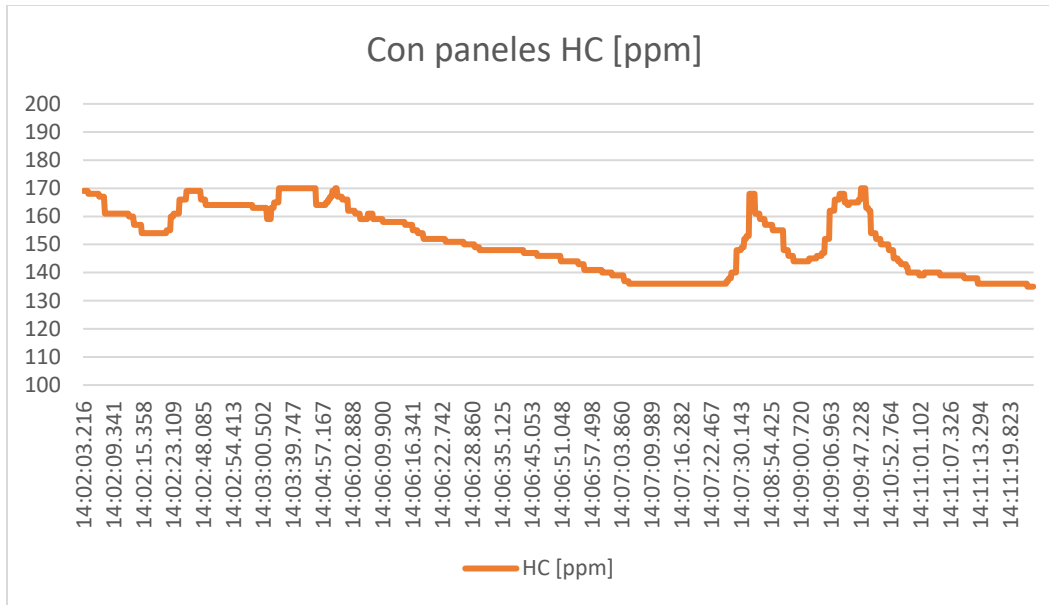


Figura 38 Prueba P01 de Hidrocarburos no combustionados con paneles solares

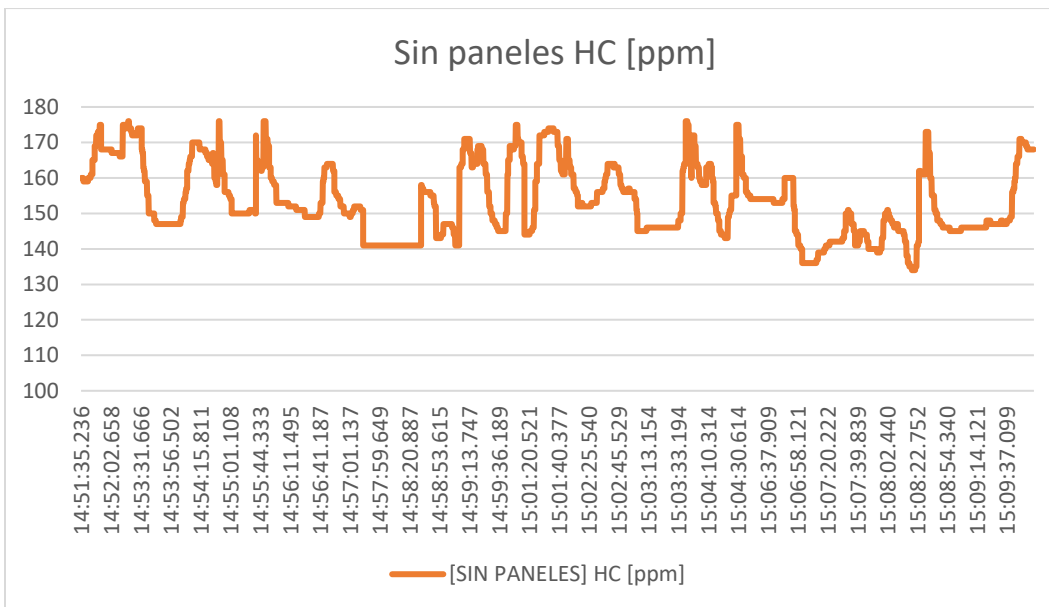


Figura 39 Prueba P01 de Hidrocarburos no combustionados sin paneles solares

Al tener un beneficio del 2.78% se considera que al utilizar los paneles solares existe una mayor linealidad en la emisión del HC a comparación de la prueba que no se usa los paneles solares.

En las pruebas P02-P02 el beneficio es mayor a comparación de la anterior prueba siendo este del 0.561% las gráficas que se encuentran a continuación se muestran que es el uso de los paneles solares es considerable.

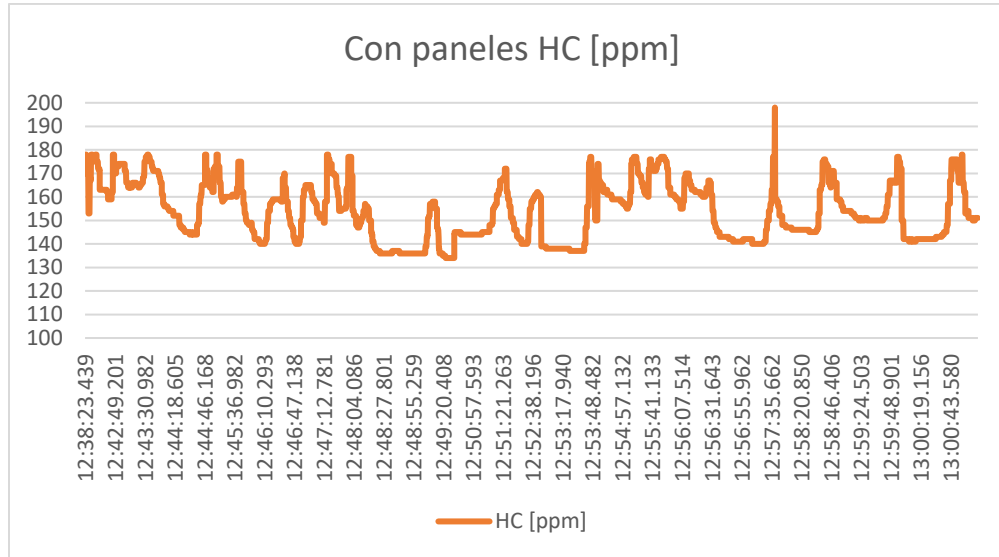


Figura 40 Prueba P02 de hidrocarburos no combustionados con paneles solares

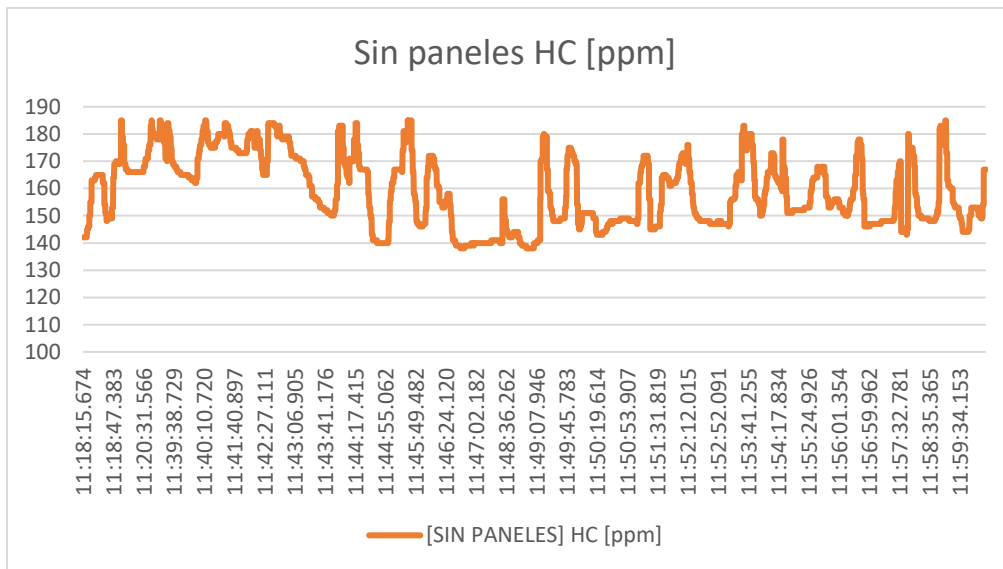


Figura 41 Prueba p02 de hidrocarburos no combustionados sin paneles solares

El uso de los paneles solares es satisfactorio mediante estos existe una reducción de contaminantes producidos por la combustión entre los destacados en las gráficas anteriores el HC, de igual manera en la siguiente tabla se presentan los valores promedio de monóxido de carbono (CO) de cada prueba ordenados de acuerdo las relaciones de la tabla 12 y se presenta también la diferencia que existe entre las pruebas.

Tabla 16 *Valores de monóxido de carbono (CO)*

Relación de pruebas	CO con paneles	CO sin paneles	diferencia
P01-P01	0,575722291	0,60053213	0,02480984
P02-P02	0,52989521	0,52547346	-0,00442175
P06-P05	0,551382114	1,66661638	1,11523427
P04-P06	0,568890212	1,18134448	0,61245426
P03-P03	0,549495453	0,50326832	-0,04622713
P05-P04	0,439122569	2,46172734	2,02260477

A continuación, se presentan los valores del porcentaje de variación de la velocidad y el porcentual de desviación de CO las emisiones contaminantes de monóxido de carbono y el beneficio del uso de paneles solares de cada prueba.

Tabla 17 *Valores de porcentajes velocidad Y CO*

porcentaje de variación de velocidad	% de variación CO2	Beneficio
0,220%	4%	4,09%
0,439%	-1%	-1,21%
0,621%	194%	193,09%
0,720%	106%	105,66%

1,287%	-8%	-9,32%
0,127%	351%	351,19%

En el comportamiento del monóxido de carbono con respecto a la velocidad es considerable tanto que esto quiere decir que el uso de los paneles solares ayuda a que se reduzca las emisiones contaminantes del vehículo como se indica en la tabla anterior.

A continuación, se presenta se gráfica la emisión contaminante de monóxido de carbono con la instalación de paneles solares representando la mismas su el valor máximo de emisión de 1.47[% Vol] y su valor medio de es de 0.529 [% Vol].

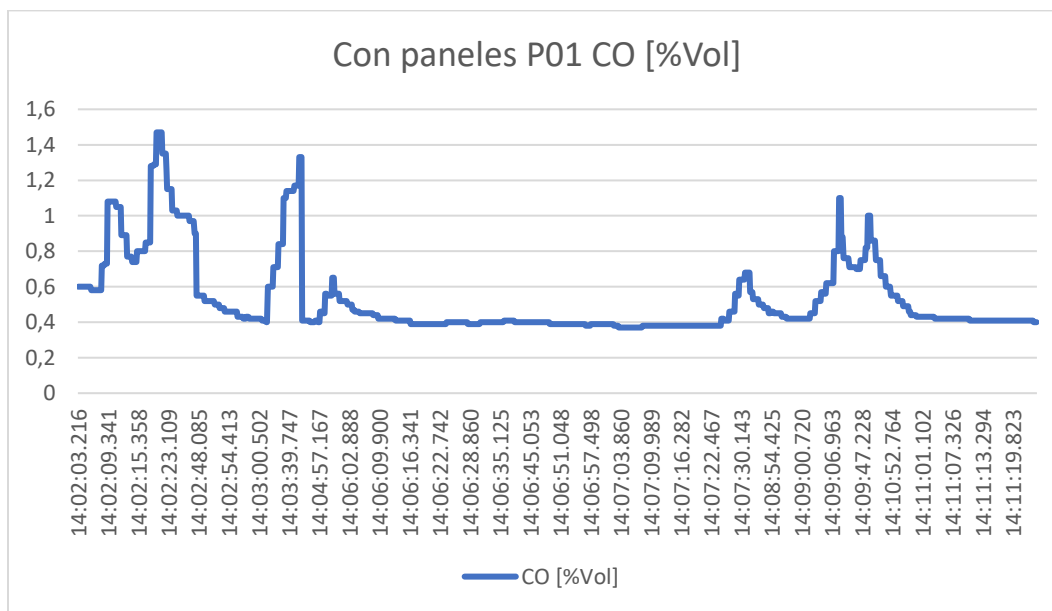


Figura 42 Prueba P01 de Monóxido de carbono con paneles solares

Para observar en comportamiento o la diferencia del uso de los paneles solares en el vehículo se grafica a continuación la prueba de la emisión de CO en condiciones normales, esta figura no es tomada aleatoriamente sino es parte de las semejanzas dadas en la tabla 12.

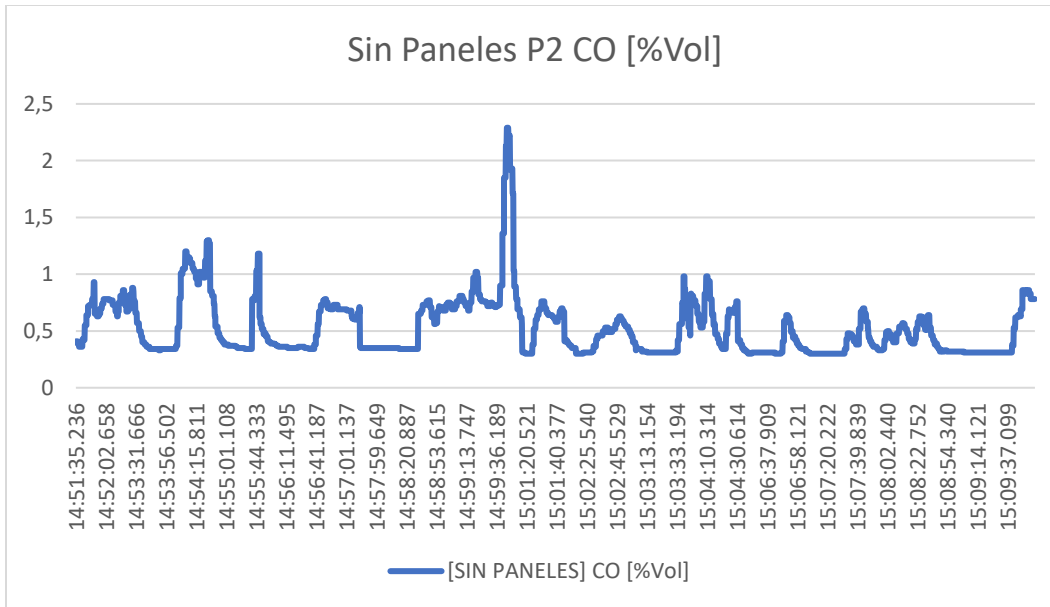


Figura 43 Prueba p01 de Monóxido de Carbono sin paneles solares

En la figura 43 el valor máximo de CO es de 2.22 [%Vol] y su valor medio es de 0.525 [%Vol]. Por lo que al tener el uso de paneles solares como medio de carga en las emisiones contaminantes es menor a comparación de que no se los use.

Continuando con la representación de los valores de emisiones contaminantes en la tabla 18 se describe las relaciones en las pruebas, valores promedios de oxígeno tanto con paneles y sin ellos, se adjunta también la diferencia entre los resultados.

Tabla 18 Valores promedio de oxígeno (O2)

Relación de pruebas	O2 con paneles	O2 sin paneles	diferencia
P01-P01	5,221052304	4,59012316	-0,63092914
P02-P02	7,235501497	5,19072948	-2,04477201
P06-P05	4,484078591	5,2797342	0,7956556
P04-P06	5,002648402	6,3846984	1,38205

P03-P03	5,364564388	5,97914826	0,61458387
P05-P04	8,509258254	3,44613958	-5,06311868

Siguiendo con el procesamiento de resultados se presenta a continuación el beneficio que existe con los porcentajes de la velocidad y relación de variación de O₂

Tabla 19 *Beneficio del oxígeno en relación con la velocidad*

Porcentaje de variación de velocidad	% de variación O ₂	Beneficio
0,220%	-7%	-7,22%
0,439%	-24%	-24,439%
0,621%	9%	8.379%
0,720%	16%	15.28%
1,287%	7%	5.713%
0,127%	-60%	-60.127%

En la emisión de oxígeno el beneficio es mejor con relación a la velocidad indicando esto que es considerable el uso de los paneles solares, en las emisiones del oxígeno no es un gas nocivo para el ambiente

En grafica 44 es expresa los datos de tratados y adquiridos del oxígeno con la instalación de los paneles solares en vehículo.

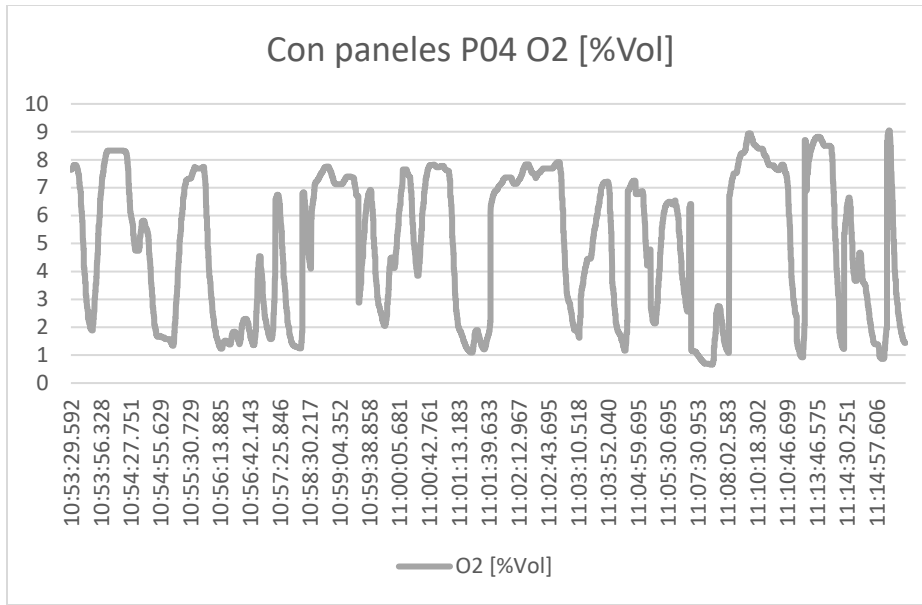


Figura 44 Prueba P04 de Oxígeno (O2) con paneles solares

En la figura 45 a continuación se indica los valores que produce el vehículo en condiciones normales de funcionamiento sin tener la instalación de paneles solares.

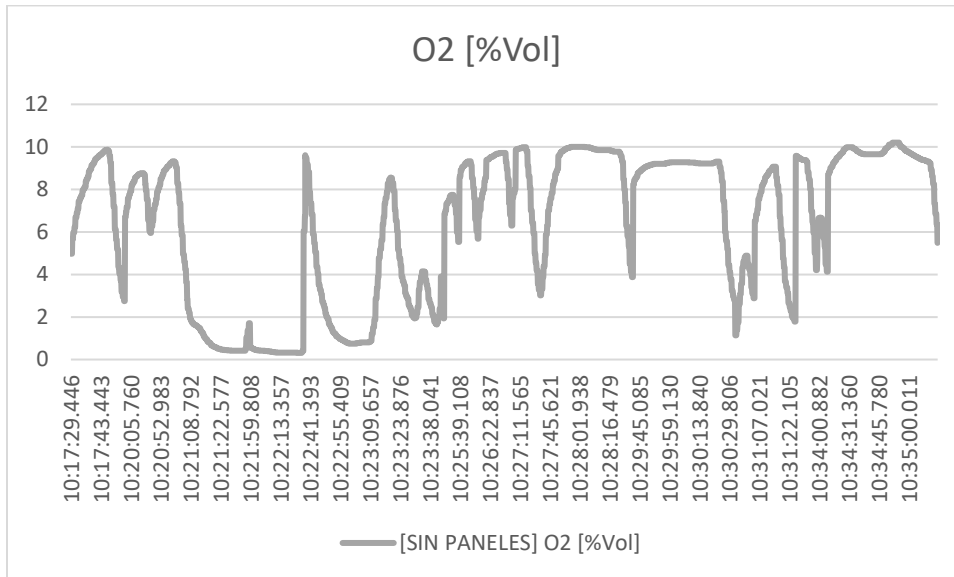


Figura 45 Prueba P06 de Oxígeno sin paneles solares

Como parte final de presentan a continuación los valores del dióxido de carbono emitidos de cada prueba y la diferencia entre datos con paneles solares y sin ellos.

Tabla 20 *Valores promedio de dióxido de carbono (CO2)*

Relación de pruebas	CO2 con paneles	CO2 sin paneles	diferencia
P01-P01	10,59844334	10,8765198	0,27807648
P02-P02	9,385628743	10,6464812	1,26085244
P06-P05	11,21260163	9,43235153	-1,78025009
P04-P06	10,06533651	8,95385174	-1,11148477
P03-P03	10,12986213	9,62165168	-0,50821045
P05-P04	8,406739032	10,2148389	1,80809983

Por consiguiente, se indica el beneficio que existe entre; relación de velocidad con respecto al monóxido de carbono.

Tabla 21 *Porcentaje del grado de desviación de la velocidad y CO2*

% variación de velocidad	% de variación CO2	Beneficio
0,220%	2%	-7,54%
0,439%	11%	-24,16%
0,621%	-16%	9,22%
0,720%	-10%	16,11%
1,287%	-5%	7,10%
0,127%	16%	-59,63%

En el beneficio del monóxido de carbono es menor a comparación de los anteriores resultados emisiones en lo cual en las gráficas que se presentan con respecto a las pruebas sin paneles. El la

figura 46 se indica emisiones de CO2 con paneles solares y en la figura 47 emisiones de CO2 sin paneles.

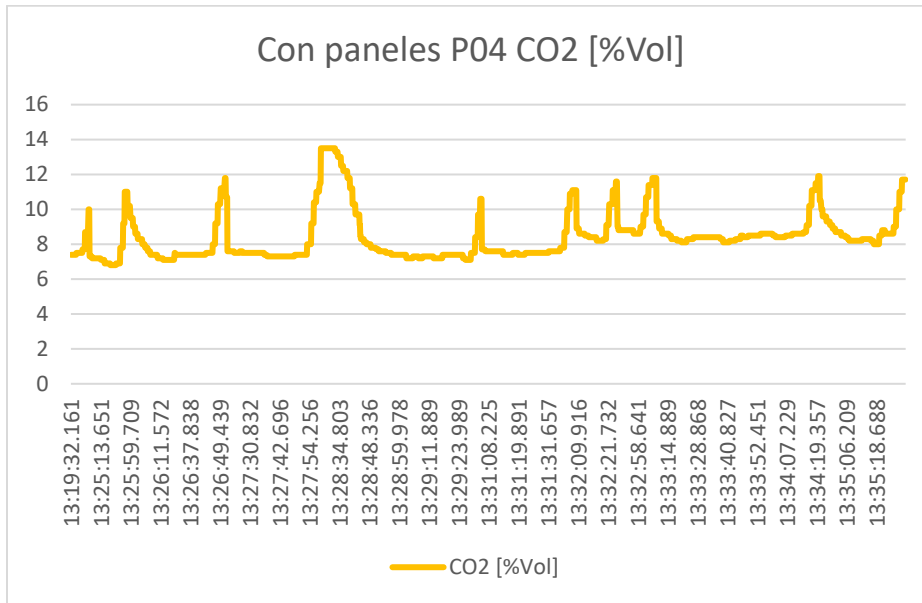


Figura 46 Prueba P04 de Dióxido de carbono con paneles solares

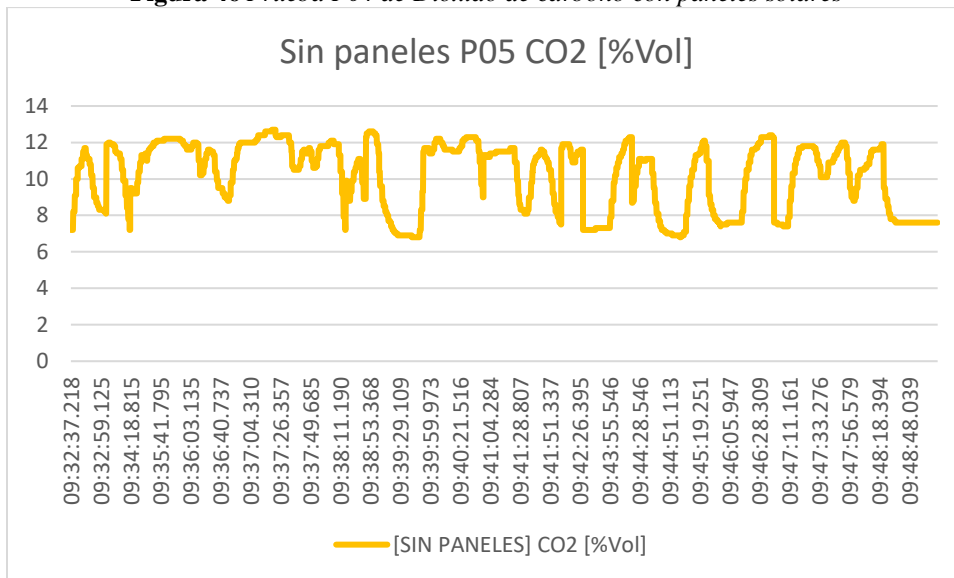


Figura 47 Prueba P05 de Dióxido de carbono sin paneles solares

CAPITULO IV

4. Analizar los resultados obtenidos de la emisión de gases contaminantes por automóviles de las pruebas realizadas en el centro histórico de Cuenca.

4.1.Introducción

En este capítulo comprende acerca del análisis de resultados obtenidos, se requiere realizar un trabajo de comparación con la base de datos generada de las pruebas con un sistema de carga convencional y un sistema de carga con paneles solares las cuales son producidas por el vehículo Chevrolet Luv D-max 2.0 Lt en un recorrido establecido de Totoracocha al Municipio de la ciudad la ciudad de Cuenca.

Al generar una base de datos de emisiones contaminantes las muestras recopilados por el analizador de gases es una información abrupta para lo cual es importante realizar un proceso de filtrado de información (eliminar picos, valores promedio, promedias por muestra, moda) con la finalidad de obtener resultados que se puedan entender y manejar la información para los análisis.

Para generar la comparativas entre pruebas de los resultados procesados se requiere utilizar los siguientes; métodos de dispersión de puntos, clasificación de resultados y media aritmética de cada variable de emisión. Realizando descripciones por cada metodología empleada, comparando el beneficio del uso de paneles solares como sistema de carga para el vehículo.

4.2.Procesamiento de datos

Con las pruebas previamente adquiridas se obtuvo el promedio de cada prueba, posterior a esto se realizó un filtrado de los datos basado en un proceso estadístico llamado MODA eliminando así valores máximos y mínimos que entorpecen el correcto análisis. Para finalizar el procesamiento de los datos se realiza el cálculo del promedio de los cinco valores de las muestras tomado por cada segundo que recopila analizador de gases, con la finalidad de obtener datos representativos, para unir los entre las pruebas señaladas el anterior capítulo y poder utilizar las metodologías de análisis planteadas a continuación.

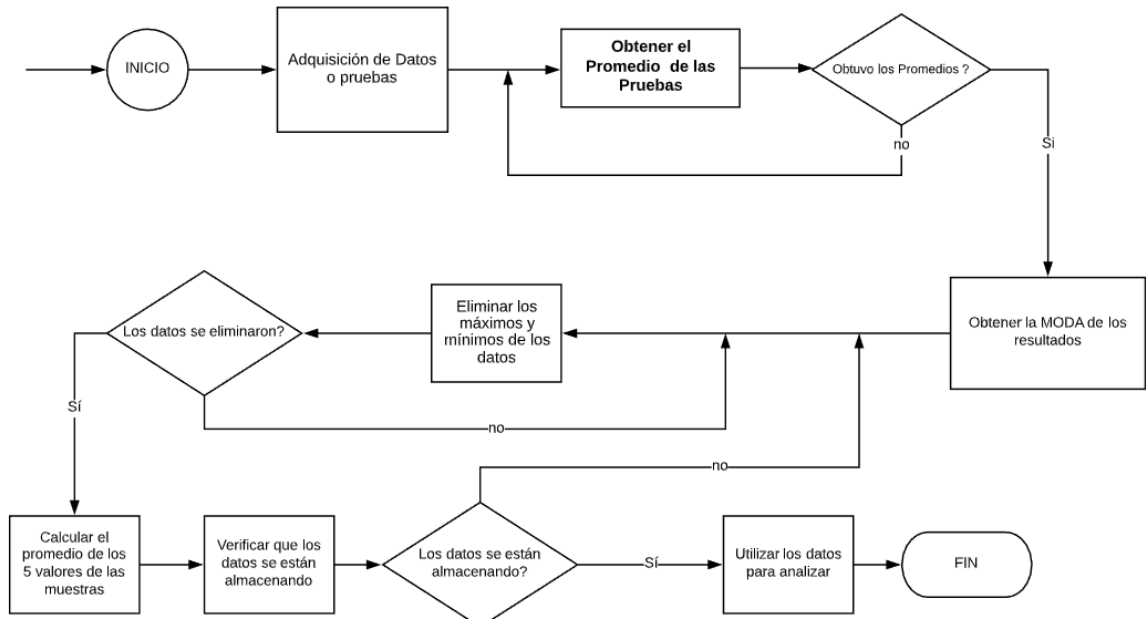


Figura 48 Diagrama de Bloques del procesamiento de datos Fuente: Autores

4.3. Métodos de aplicación.

4.3.1. Análisis aplicado por dispersión de puntos

El gráfico de dispersión es utilizado para trazar puntos de datos en un eje vertical y otro horizontal (X, Y), expresando el cambio o la afección de una variable otra, colocando cada emisión en un eje Y (HC, CO, O₂, CO₂) versus el tiempo (eje X).

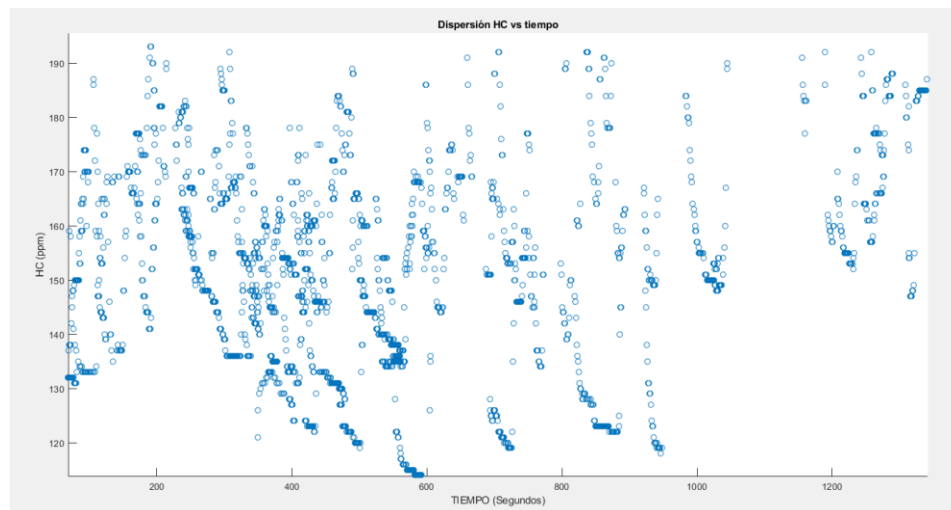


Figura 49 Dispersión de puntos Fuente: Autores

En la dispersión de puntos empleada en el análisis del recorrido nos brinda la siguiente información:

Se puede apreciar que la mayor aglomeración de puntos que se encuentra en la gráfica está entre los segundos 380 hasta los segundos 850 esto se debe a que el vehículo como tal ingresa al centro histórico de la ciudad de Cuenca existiendo una gran cantidad de tráfico, además de semáforos en rojo que entorpecen la libre circulación del vehículo dando como resultado que el vehículo tenga que estar frenando y arrancando en cada momento dando como resultado final que las revoluciones del vehículo estén entre 2500 a 3000 rpm generando mayor contaminación.

Al momento de concluir la prueba se obtiene como resultado que los valores de emisiones de HC se ubica entre 160 y 190 partículas por millón, los valores superiores a la media son debido a que el vehículo presenta condiciones de aceleraciones bruscas las mismas son producidas por el tráfico y el estilo de conducción.

Siendo este método muy útil para la comprensión visual del comportamiento de las emisiones contaminantes producidas por el vehículo y realizar un análisis comparativo entre emisiones que se generan con un sistema de carga convencional versus un sistema de carga con paneles.

4.3.2. Clasificador de datos de emisiones contaminantes

La clasificación de datos es una técnica de aprendizaje supervisado, donde generalmente se tiene un dato y se busca determinar o clasificar si los atributos de dicho dato pertenecen o no a una determinada categoría, las características o variables elegidas que debe cumplir el dato depende directamente de la necesidad del autor. La herramienta que se facilita el uso para la clasificación automática es Machine learnig la cual te permite ordenar y disponer por clases o categorías de cualquier valor en cual ahora se usa para datos de emisiones contaminantes y para obtener una clasificación en relación la velocidad.

De la base de datos generada el orden a considerar de la clasificación son los siguientes, los valores que se repiten consecutivamente. Por tal motivo se genera una categoría para el ajuste de

valores, así como también para visualizar en su grafica la ubicación por colores. Siendo esta la variable en la que se calcifiquen los valores de emisiones contaminantes.

Tabla 22 *Velocidad del vehículo relacionada con diferentes colores*

0	6,1	14,7	19,1	23,8	28,2	31,6	37,5	45,2
0,1	7,4	14,8	19,3	24,4	28,3	31,8	37,6	45,9
0,2	7,5	14,9	19,5	24,6	28,5	32	38	46,9
0,3	7,7	15	19,6	24,7	28,6	32,1	38,4	47,3
0,5	8,1	15,1	19,9	24,8	28,7	32,4	38,8	47,4
0,6	8,3	15,2	20	24,9	28,8	32,7	39,1	47,6
0,7	8,4	15,3	20,4	25	28,9	32,8	39,2	47,7
0,8	8,6	15,5	20,5	25,1	29	32,9	39,3	47,8
1	8,9	15,7	20,6	25,6	29,1	33,6	39,7	47,9
1,1	9,4	15,8	20,8	25,7	29,2	33,7	40	48
1,3	9,8	15,9	20,9	25,8	29,3	33,8	40,1	48,6
1,4	9,9	16	21	26,1	29,4	33,9	41,2	49,3
1,8	10,3	16,4	21,2	26,4	29,5	34	41,3	49,4
2,4	10,6	16,8	21,3	26,6	29,6	34,1	41,5	49,5
2,6	10,7	16,9	21,4	26,8	29,7	34,6	42	49,9
3,1	11,4	17,8	21,9	26,9	29,8	35,6	42,5	50,5
3,3	11,7	17,9	22,1	27	29,9	35,8	42,7	50,9
3,7	11,8	18	22,3	27,2	30,1	36,1	43	51,3
4,4	12,8	18,1	22,4	27,4	30,3	36,2	43,1	51,8
4,8	13	18,3	22,7	27,7	30,5	36,6	43,3	52
5	13,3	18,4	22,8	27,8	30,8	36,7	44,1	52,6
5,4	13,7	18,5	23,1	27,9	30,9	36,8	44,2	53,1
5,6	14	18,6	23,3	28	31,1	37	45	54
5,9	14,4	19	23,6	28,1	31,3	37,1	45,1	55,7

Al designar como variable de clasificación a la velocidad, los datos de emisiones son ingresados para conocer la relación que tienen con la variable categórica, este proceso es generado con el software Matlab, que se tienen los siguientes resultados expresados a continuación.

Tabla 23 *Resultado de los clasificadores con alternador*

Clasificador con alternador		
Árbol de decisión	Disabled PCA	37,70%
	Fine KNN	50,40%

	Medium KNN	35,70%
Vecinos cercanos KNN	Coarse KNN	35,20%
	Cosiene KNN	35,20%
	Cubic KNN	35,20%
	Weighted KNN	49,80%
	Boosted Trees	37%
	Bagged trees	56,20%
	Subspace Discriminant	35,20%
	Subpace KNN	58,70%
Ensemble	RUSBoosted Trees	36,10%
Naive Bayes	Kernel Naive Bayes	26%

Con los resultados obtenidos de clasificación en la siguiente figura se observa los de datos de emisiones contaminantes con un sistema de carga con alternador, el modelo que se ajusta a la clasificación de datos corresponde a un KNN (K-Nearest-Neighbor) con un porcentaje del 58.7% información correcta a diferencia de los otros modelos, lo que realiza este modelo es buscar a los vecinos más cercanos y agruparlos, se mantiene a cada emisión en sus ejes mencionados anteriormente en el diagrama de dispersión.

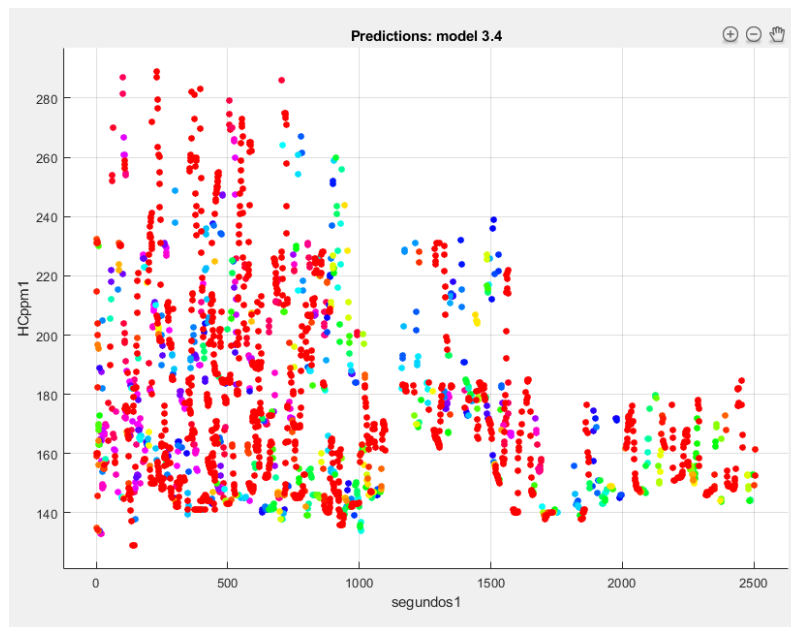


Figura 50 Modelo de clasificación KNN Fuente: autores

En los resultados anteriores se señala los datos de emisiones que se ajustaron al modelo de clasificación KNN, también se muestra los valores que no se ajustan al modelo, en un porcentaje del 100% los datos que no se relacionan en la clasificación son el 42.3%, de esta grafica se señala con equis los datos incorrectos.

Existen datos que no se asemejan a un patrón de comportamiento porque hay varios factores que no son controlables, como la densidad o cantidad de tráfico vehicular, además de que los semáforos algunos están en rojo y otros en verde por último depende directamente del estilo de conducción del chofer este no puede tener un mismo estilo de conducción constante.

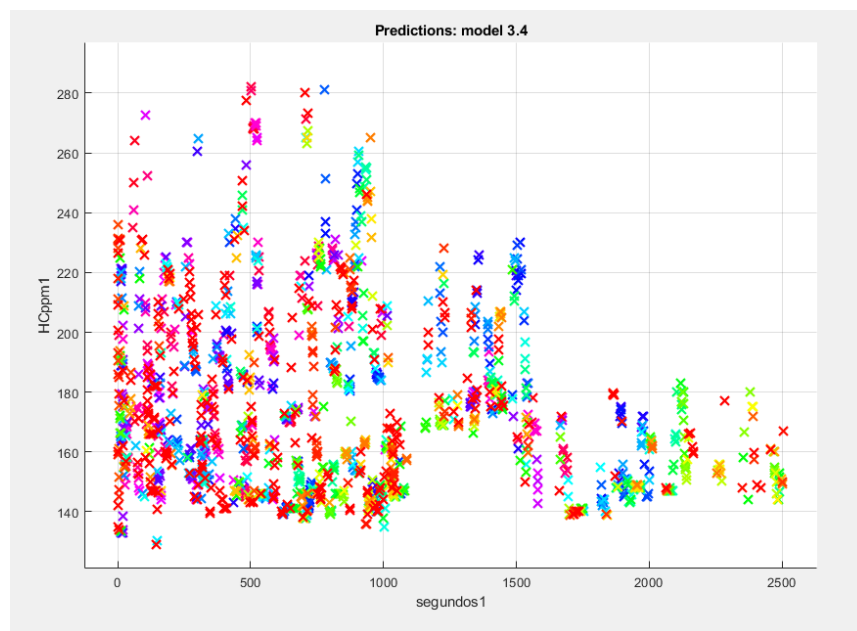


Figura 51 Sistema de carga con paneles modelos KNN Fuente: Autores

En la siguiente tabla se observa la clasificación de datos de emisiones contaminantes con un sistema de carga mediante paneles, el modelo usado de clasificación que se ajusta a la base de datos corresponde a un Subpace KNN (K-Nearest-Neighbor) con un porcentaje 61.10 % información correcta a diferencia de los otros modelos, lo que realiza este modelo es buscar a los vecinos más cercanos y agruparlos, se mantiene a cada emisión en sus ejes mencionado anteriormente en el diagrama de dispersión.

Tabla 24 *Resultado de los clasificadores con paneles*

Clasificador		
Arbol de desision	Disabled PCA	41,00%
	Medium Tree	40,00%
	Coarse Tree	38,00%
	fine Tree	41,00%
Vecinos cercanos KNN	Fine KNN	54,80%
	Medium KNN	38,50%
	Coarse KNN	37,80%
	Cosiene KNN	38,00%
	Cubic KNN	38,20%
Ensemble	Weighted KNN	54,40%
	Boosted Trees	41%
	Bagged trees	60,80%
	Subspace Discriminant	37,50%
	Subpace KNN	61,10%
SVM	RUSBoosted Trees	4,60%
	Linear SVM	37,80%
	Quadratic SVM	39,80%
	Cubic SVM	40,90%
	Fine Gaussian SVM	38,80%
	Mediun Gaussian SVM	37,90%
	Coarse Gaussian SVM	37,80%

Utilizando el mismo modelo de clasificación con los datos de emisiones contaminantes un sistema de carga con paneles solares, para el vehículo representa que existe una mayor cantidad de agrupación de datos y su porcentual incrementa en 2.4% señalando que existe una mayor

estabilidad del comportamiento de los gases por lo tanto se puede apreciar el beneficio con el sistema de carga con paneles solares

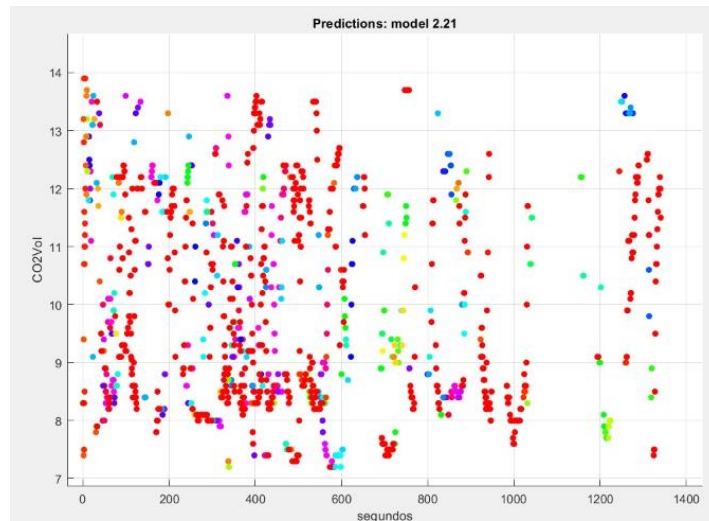


Figura 52 Modelo de clasificación KNN Fuente: Autores

Al obtener modelos de clasificación y conocer acerca de la información generada se realiza lo siguiente; trazar curvas de tendencia con cada variable de emisión, encontrar una media aritmética y partir de esos datos para generar una comparación que ayude a ver cuál es el beneficio de utilizar panes solares; frente al tipo de ajuste que se genera en la curva y la desviación de comportamiento de cada variable de emisión.

4.4. Ajuste cuadrático de variable de emisión

4.4.1. Ajuste cuadrático de HC

Al tener una base de datos adjunta de cada prueba realizada se obtiene aproximadamente 3500 resultados para el análisis comparativo por cada variable, los resultados de estos influyen de acuerdo al modo de conducción, incidencia de semáforos tanto rojos como verdes, cantidad de tráfico, lo cual influye que los picos de emisiones suban o bajen para el análisis de ajuste.

El ajuste cuadrático de los datos de HC emitidos con un sistema de carga convencional, son valores de emisión que oscilan entre 140-200 ppm, los valores del tiempo vienen dados en

segundos, al finalizar la prueba los valores disminuyen mientras que al inicio de su recorrido los valores están con mayor agrupación.

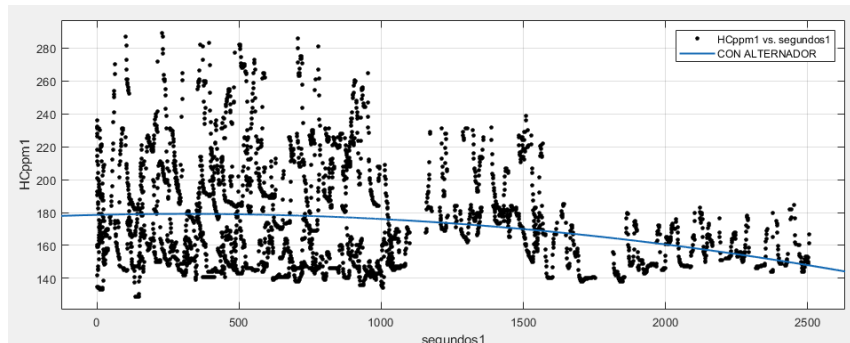


Figura 53 Ajuste cuadrático de HC vs tiempo con alentador

El usos de un sistema de carga con paneles solares los resultados oscilan entre 110-180 ppm de la misma manera el tiempo viene dado en segundos, representando una reducción en las emisiones contaminanteles así como no existe una conglomeración de datos lo que significa que en las emisiones de gases de HC al tener como carga eléctrica a paneles solares es representativo porque ayuda a disminuir su emisión de HC y representa que la combustión del motor tiene una mejora al no hacer uso del alternador, debido al esfuerzo que realiza el motor para hacerlo girar y tanto el consumo de combustible aumenta o la combustión es incompleta.

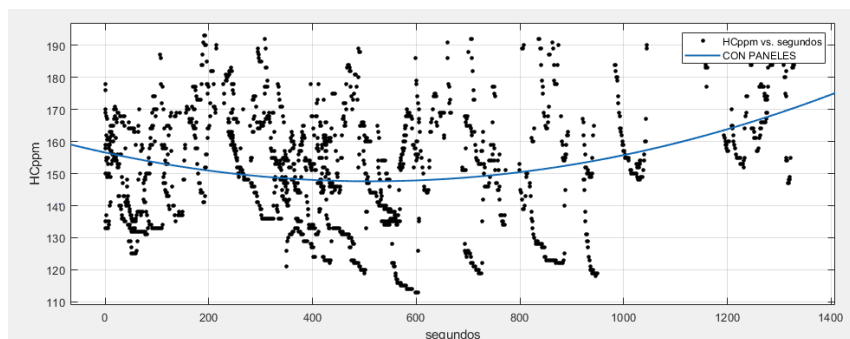


Figura 54 Ajuste cuadrático de HC vs tiempo con paneles solares

Los que representa en la siguiente tabla son los valores en los cuales se ajusta los datos mencionados anteriormente, señala que los datos con paneles solares se ajustan de mejor manera a diferencia de un sistema con carga convencional. El sistema de carga con paneles solares representa mayor confianza por la siguiente razón que la conglomeración de datos es menor debido

a la contribución de energía lo cual generan una menor demanda del ingreso de combustible a la cámara lo que hace que se establezca las emisiones de HC y presente un beneficio de este.

Tabla 25 Descripción de ajuste cuadrático de HC

Table of Fits							
Fit name ▲	Data	Fit type	SSE	R-square	DFE	Adj R-sq	RMSE
■ CON ALTERNADOR	HCppm1 vs. segundos1	poly2	4.0354e+06	0.0547	4324	0.0543	30.5492
■ CON PANELES	HCppm vs. segundos	poly2	6.4554e+05	0.0821	2245	0.0813	16.9571

Al observar que los radios cuadráticos son relativamente bajos nos dan a entender que sin obtener un grado de confianza alto esto permite estudiar los resultados mirando que sin tener una tendencia particular esta permite mostrar una reducción de emisiones contaminantes.

4.4.2. Desviación de HC

Se realiza por cada variable de análisis del grado de desviación, por lo que se considera la diferencia entre la prueba con alternador menos con paneles solares para obtener los resultados, donde se observe cuál es su valor mínimo y máximo.

En la siguiente grafica se observa los grados de desviación HC de cada valor expresando una mayor cantidad de valores favorables positivos que indican la reducción de emisiones al implementar paneles solares como sistema de carga. También estos valores representan que se encuentran en línea de concentración sobre el valor de cero dando como relevancia una estabilidad y un beneficio del uso de los paneles como medio de carga mientras que los demás resultados picos máximos y son los cuales dependen de directamente la incidencia de tráfico, la forma de conducción debido a que al realizar cada prueba se intenta asemejar a las otras esos pequeños detalles influyen a los volares recopilados por las emisiones de HC.

Tabla 26 Valores de desviación máximos y mínimos de HC

Tiempo	Valores Máximos y mínimos
559.797	163
835.759	-51

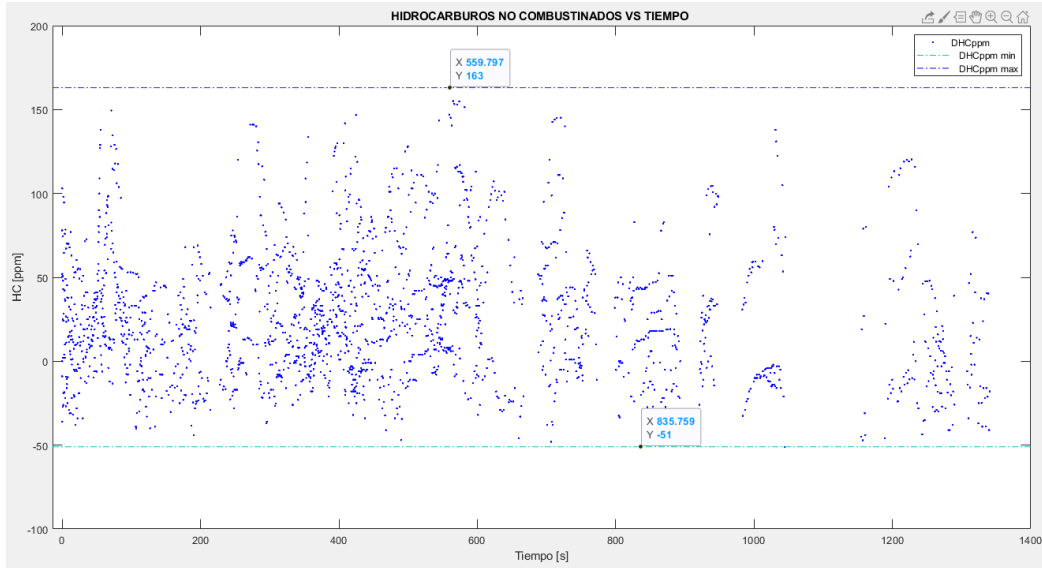


Figura 55 Grado de desviación por dispersión de HC

Se utiliza las medias aritméticas debido a la dispersión de datos por el grado de ajuste cuadrático relativamente bajo, por la posible no compensación de un dato a otro lo cual no representa un resultado óptimo, por lo que el uso de una media aritmética es definir el cuanto es la reducción de emisiones contaminantes frente a la presencia de uso de paneles solares durante el funcionamiento del vehículo en su recorrido. Señalando a continuación que como media con paneles solares es de 151.54 ppm y con alternador es de 174.46 ppm dando como diferencia entre pruebas de 27.45 ppm significado que al utilizar paneles solares se reduce las emisiones contaminantes de HC debido a que al no general un esfuerzo adicional para mover el alternador tanto el consumo de combustible como la combustión en su cámara presentan un beneficio en su uso y el resto de emisiones contaminantes se verán beneficiadas con este sistema de carga con paneles solares.

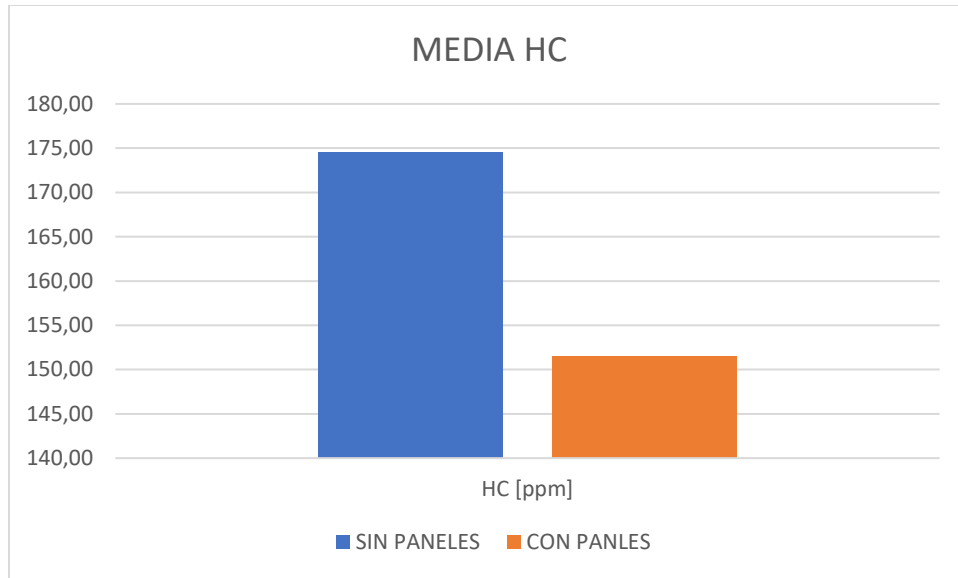


Figura 56 Media aritmética de HC con sistema de carga convencional y con paneles solares
4.4.3. Ajuste cuadrático de CO

Otra variable de emisión contaminante es el monóxido de carbono, un gas nocivo que afecta a la contaminación del medio ambiente, los valores que se presentan a continuación oscilan entre 0.5-4.5 % Vol. de CO con un sistema de carga convencional. El ajuste que se realiza para obtener una curva tendencia presentando información; es creciente las emisiones de CO, entre los 15 minutos de recorrido señalando que existe una mayor agrupación de los resultados en estas primeras instancias de tiempo. Señalando que en la cámara de combustión existe una mezcla rica verificando la emisión de HC presenta valores de la media altos a comparación de un sistema con paneles solares.

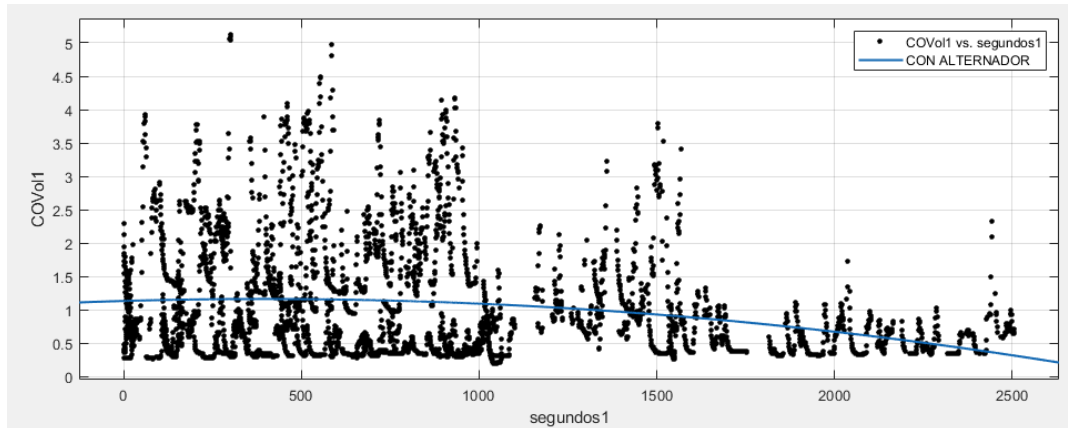


Figura 57 Ajuste cuadrático de CO vs tiempo con alentador

Los valores de emisión con monóxido de carbono con un sistema de carga con paneles solares están entre 0.4-1.6% Vol. Representa un mayor ajuste cuadrático a comparación del anterior resultado, representado que al tener un bajo nivel de CO la combustión en buena y por este motivo también la emisión de HC, lo cual hace referencia que el beneficio de utilizar paneles solares como sistema de carga evita los esfuerzos adicionales por el motor para hacer girar el alternador. Como otra diferencia es que representa que las agrupación de los resultado están por debajo del 1% lo que es recomendable por la normativa.

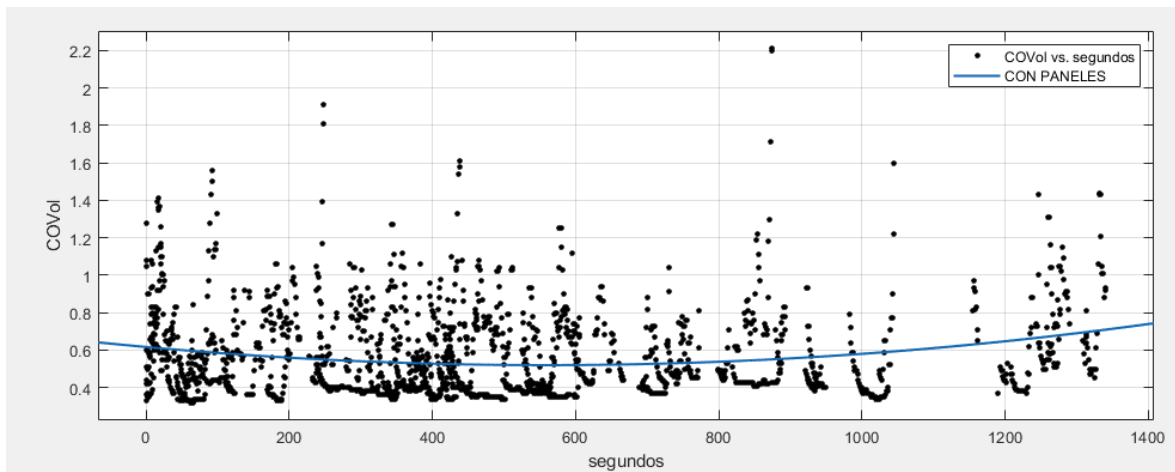


Figura 58 Ajuste cuadrático de CO vs tiempo con paneles solares

En cuanto al radio cuadrático el uso de paneles solares representa un mayor grado de confianza con referencia a un sistema de carga convencional. La incidencia del uso de paneles

solares ayuda a que los esfuerzos adicionales para generar energía se noten en la reducción de emisiones de contaminantes.

Tabla 27 Descripción de ajuste cuadrático de CO

Fit name ^	Data	Fit type	SSE	R-square	DFE	Adj R-sq	RMSE
CON ALTERNADOR	COVol1 vs. segundos1	poly2	2.9563e+03	0.0534	4324	0.0529	0.8269
CON PANELES	COVol vs. segundos	poly2	109.0950	0.0364	2245	0.0355	0.2204

4.4.4. Grado de desviación de CO

En desviación de monóxido de carbono hay pocos resultados negativos señalando favorablemente que al implementar paneles solares se obtiene un beneficio en la reducción de esta emisión. Esta desviación por cada resultado nos indica que el conglomerado de datos se encuentra entre 0-1 dando a conocer que al obtener resultados positivos representan un beneficio al utilizar paneles solares el total de todos estos valores positivos permiten la complementación del análisis con las medias aritméticas.

Tabla 28 Valores de desviación máximos y mínimos de CO

Tiempo	Valores Máximos y mínimos
355.649	4.62
248.23	-1.54

Lo que significa de tener valores máximos y mínimo en comparar al obtenido un rango y con esta analizar mediante las medias aritméticas.

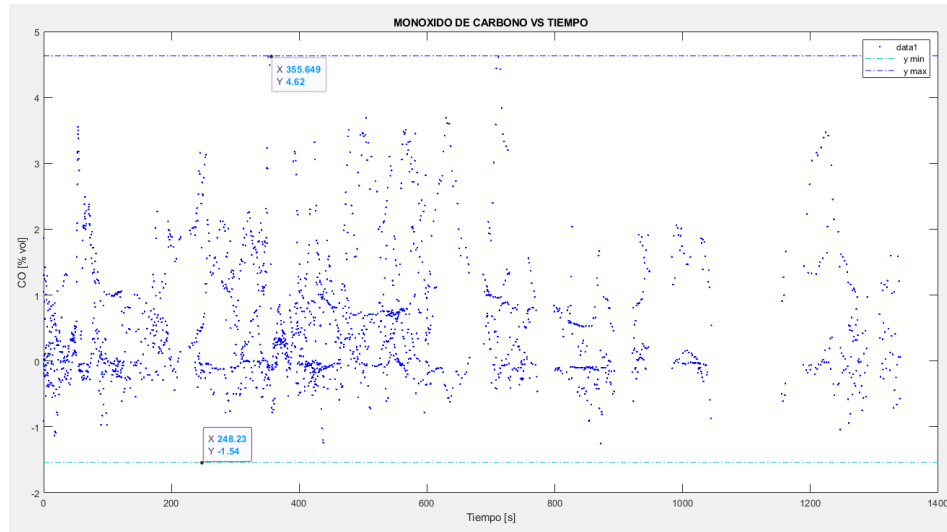


Figura 59 Grado de desviación por dispersión de CO

Se considera como un método de análisis con la emisión de CO a la media aritmética, debido que en los ajustes de emisiones de CO hay dispersión de resultados entre pruebas y los saltos entre valores no se ajustan a la curva de tendencia, por este motivo la relación entre medias que se comparan se encuentra una diferencia del 0.60 % vol. de emisiones de CO. Connotando que en ambos resultados se encuentran dentro de la normativa pero si se mantiene un mejor beneficio al implementar paneles solares debido a que no solo reduce las emisiones de HC sino que también disminuye los valores de CO.

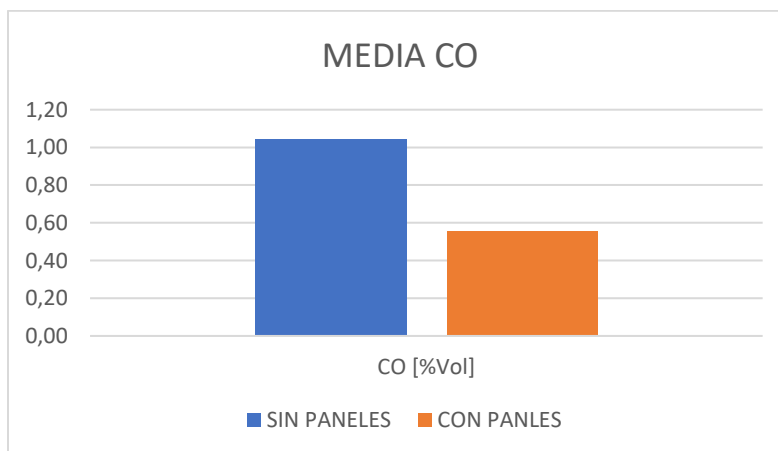


Figura 60 Media aritmética de CO con sistema de carga convencional y con paneles solares

4.4.5. Ajuste cuadrático de O2

El oxígeno no es un gas nocivo para el ambiente, el cual es emitido por el vehículo en sus gases de combustión. Por su parte en la prueba realiza con un sistema de carga convencional los valores de O2 están comprendidos entre 0-10 % vol. con una agrupación mayor de datos tomados entre los 15 minutos. Su grafica representa que los valores se ajustan muy poco sus picos máximos y mínimos muy distante con relación a su media.

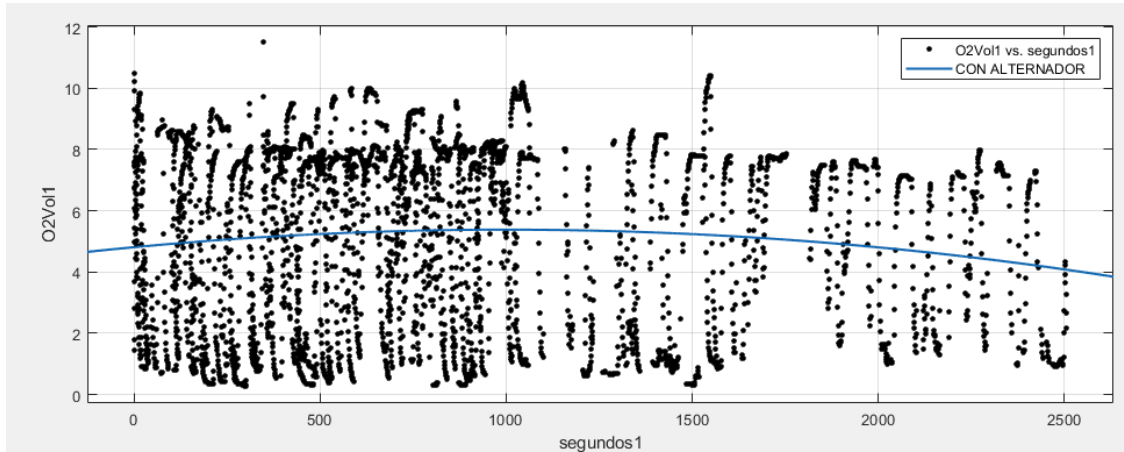


Figura 61 Ajuste cuadrático de O2 vs tiempo con alentador

Con un sistema de carga con paneles solares la emisión de oxígeno se ve representada con un ajuste cuadrático superior al sistema de carga convencional señalando que la tendencia de los valores es desencintes al finalizar cada prueba

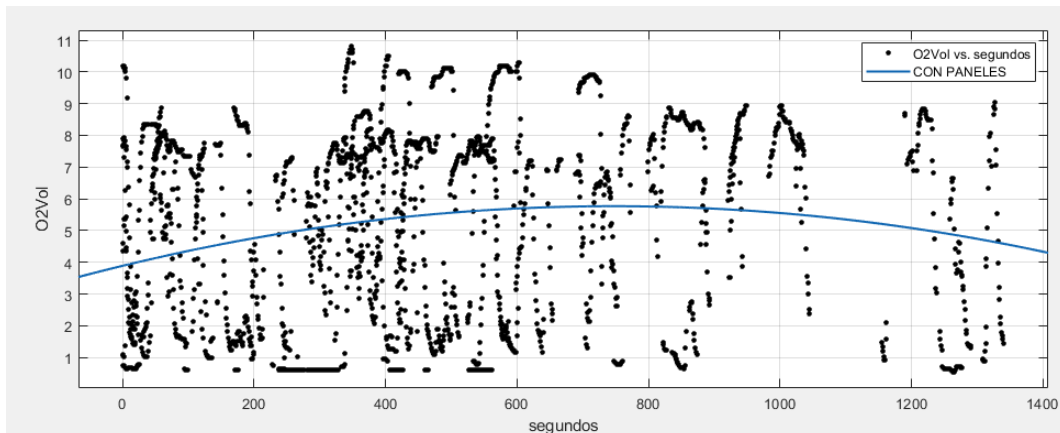


Figura 62 Ajuste cuadrático de O2 vs tiempo con paneles solares

El valor en el radio cuadrático es superior en comparación a un sistema de carga convencional con referencia a un sistema con paneles solares.

Tabla 29 Descripción de ajuste cuadrático de O2

Table of Fits							
Fit name ^	Data	Fit type	SSE	R-square	DFE	Adj R-sq	RMSE
CON ALTERNADOR	O2Vol1 vs. segundos1	poly2	3.8910e+04	0.0078	4324	0.0073	2.9998
CON PANELES	O2Vol vs. segundos	poly2	2.0729e+04	0.0333	2245	0.0325	3.0387

4.4.6. Grado de desviación de O2

En los valores de oxígeno emitidos su grado de desviación se mantiene teniendo tanto valores con concentraciones en la parte positiva y negativa debido a que si se relaciona con su media aritmética este representa la semejanza en sus resultados y la agrupación de estos cumplen una tendencia en con referencia al 0.

Tabla 30 Valores de desviación máximos y mínimos de O2

Tiempo	Valores Máximos y mínimos
852.064	9.16
348.84	-10.38

Estos valores de oxígeno influyen que al estar por encima de su normativa la cual es regulada en pruebas estáticas y esto influye que el oxígeno que exista en el ambiente afecte directamente a la adquisición de la base de datos. Debido a que el oxígeno se encuentra en su totalidad en el ambiente y esto genera un error.

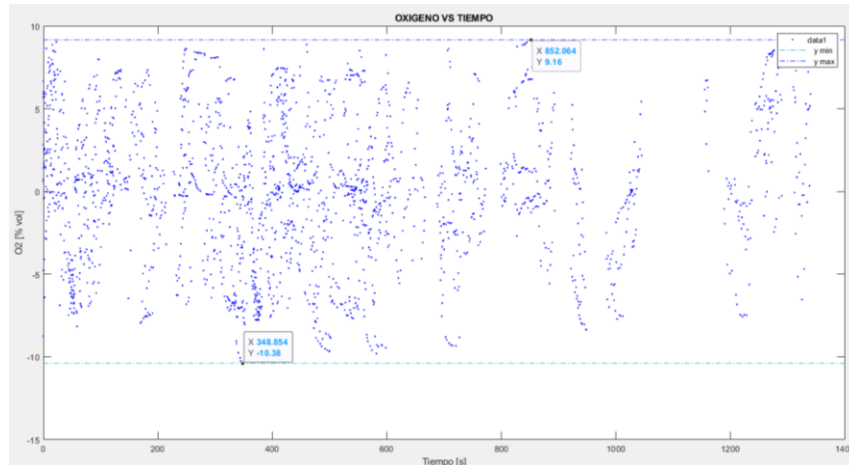


Figura 63 Grado de desviación por dispersión de O2

La diferencia entre medias aritméticas de las pruebas realizadas es del 0.08% vol. de oxígeno de los valores que representa en las pruebas con paneles solares es superior a un sistema de carga convencional dando como resultado que al obtener menores cantidades de HC y CO el oxígeno se eleva con referencia su normativa.

Revisando los resultados de sus medias las 2 pruebas se encuentran por superior de lo recomendado y esto de se debe a que el modo de conducción afecta directamente a esta emisión por motivos que existen paradas, acelerones en la toma de datos.

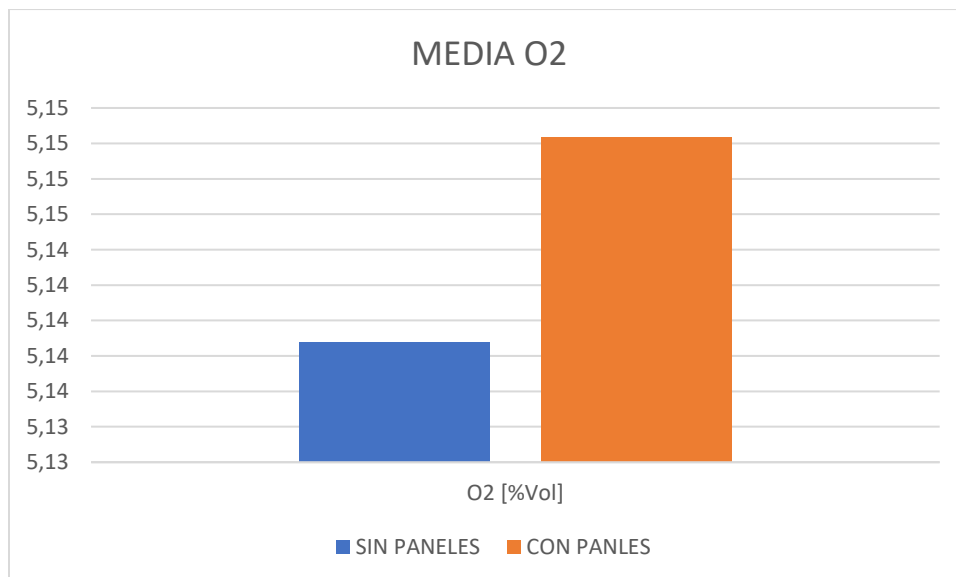


Figura 64 Media aritmética de O2 con sistema de carga convencional y con paneles solares

4.4.7. Ajuste cuadrático de CO2

El dióxido de carbono producido por el vehículo no es un gas nocivo debido que en el ambiente las plantas pueden usar este elemento para su proceso de fotosíntesis, pero también en cantidades exageradas este gas es el causante del efecto invernadero, como se muestra a continuación la gráfica. La curva de tendencia CO2 de un sistema de carga convencional sus valores se oscilan entre 7-14 % vol. CO2, con los resultados de esta prueba la mayor cantidad de datos agrupados en un tiempo determinado se encuentra entre los 15 minutos iniciales de manera similar a las anteriores variables.

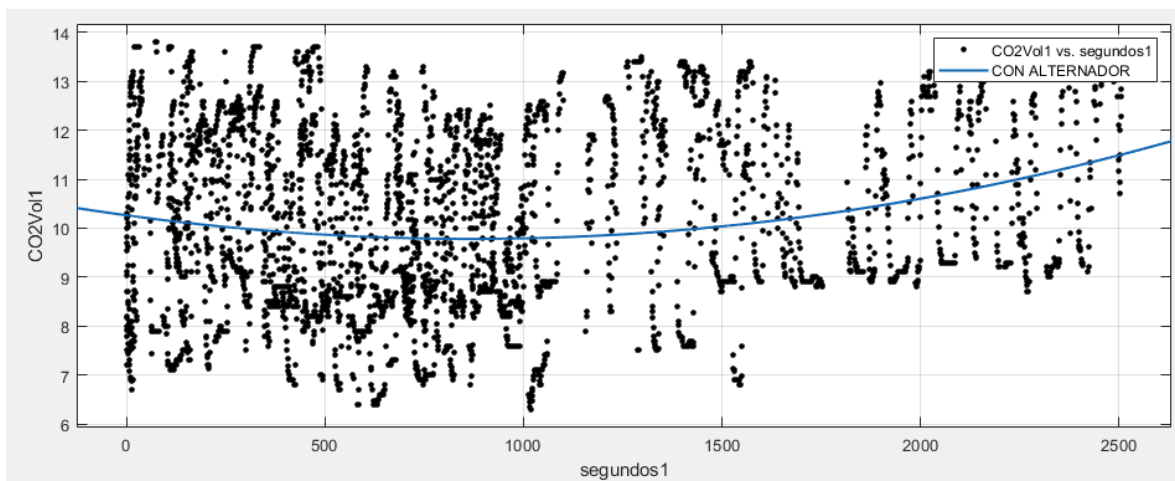


Figura 65 Ajuste cuadrático de CO2 vs tiempo con alentador

En los resultados siguientes de la prueba con paneles solares hay poca concentración de sus valores en un determinado tiempo este presenta que el funcionamiento de la combustión es correcto, por el cual sus valores se encuentran entre los 8-13% vol. de CO2, en este modelo el ajuste es superior en comparación con la anterior prueba. El cual señala el proceso de combustión es eficiente en el motor.

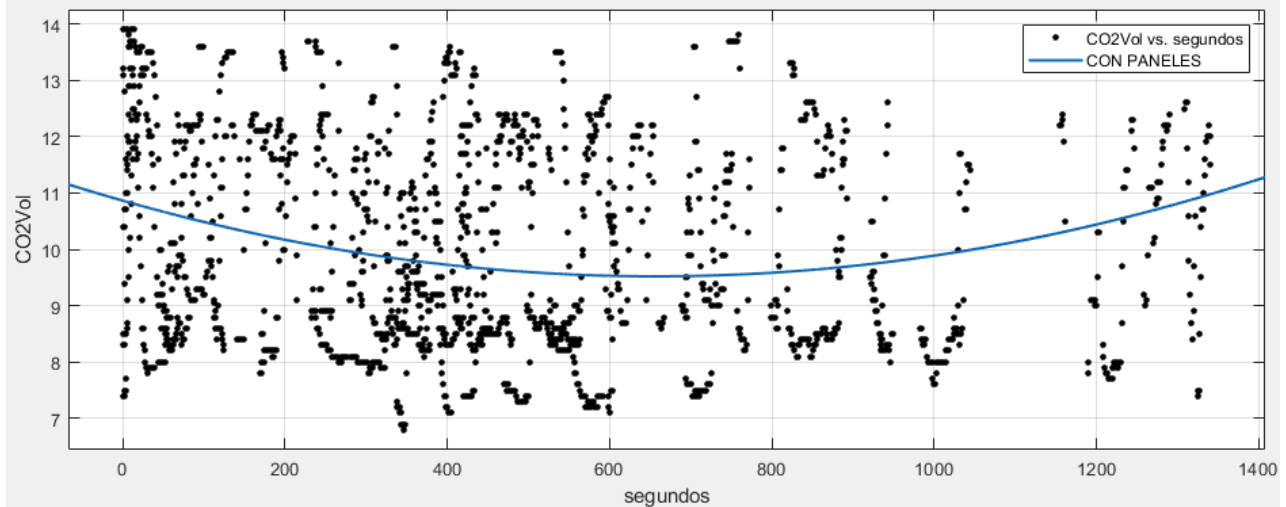


Figura 66 Ajuste cuadrático de CO2 vs tiempo con paneles solares

Al obtener un beneficio de usar un sistema de carga con paneles solares, este representa que sin el uso de un alternador para suministrar corriente al vehículo las emisiones contaminantes se ven reducidas, como en lo cual el ajuste cuadrático de CO es superior al indicado en la anterior prueba.

Tabla 31 Descripción de ajuste cuadrático de CO2

Table of Fits							
Fit name	Data	Fit type	SSE \approx	R-square	DFE	Adj R-sq	RMSE
DIFERENCIA	DCOVol vs. Dsegundos	poly2	1.9686e+03	0.0129	2245	0.0120	0.9364
CON PANELES	CO2Vol vs. segundos	poly2	7.4353e+03	0.0546	2242	0.0538	1.8211

4.4.8. Grado de desviación de CO2

En el dióxido de carbono la mayor cantidad de resultados son con valores positivos el cual es otro factor a indicar que se tiene un beneficio al utilizar paneles solares como se señala a continuación en su media aritmética el grado de desviación también lo representa la incidencia de resultados positivos a favor del uso de paneles solares.

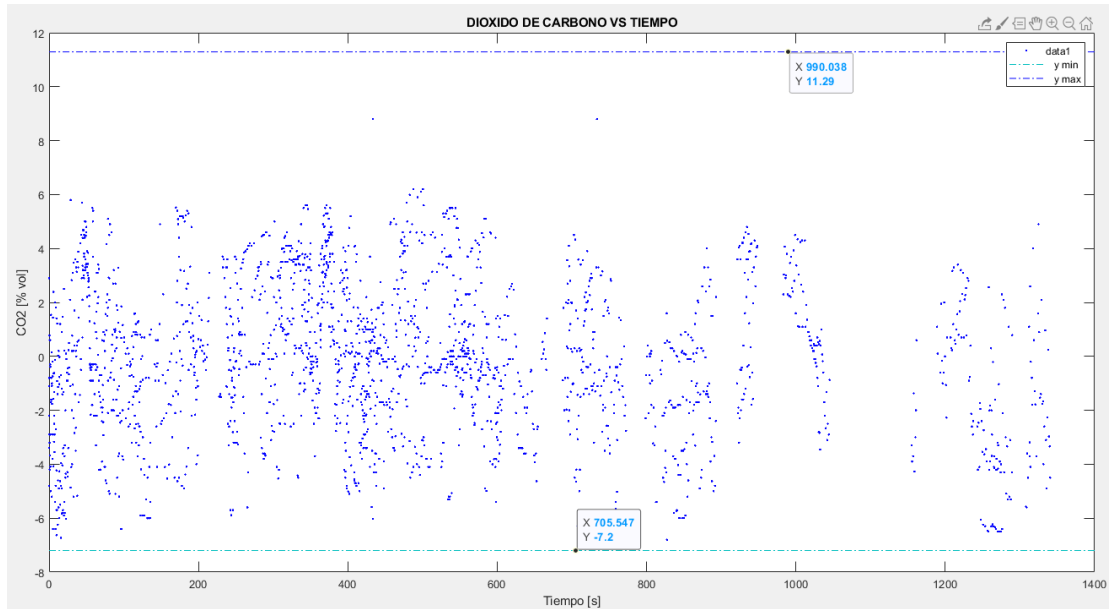


Figura 67 Grado de desviación por dispersión de CO2

Los picos tanto máximos como mínimos nos señalan que en cada prueba analizada la combustión que se generó fue excelente, representado también una incidencia sobre cero en los resultados y dando a conocer el beneficio del uso.

Tabla 32 Valores de desviación máximos y mínimos de CO2

Tiempo	Valores Máximos y mínimos
990.038	11.29
705.574	-7.2

Teniendo en cuenta las mismas consideraciones tomadas en variables de emisión anteriores para las medias aritméticas se tienen lo siguiente; con un sistema de carga convencional de 10.40% vol. de CO2 y con paneles solares 9.97 % vol. de CO2 siendo su diferencia de 0.43% vol. de CO2 representado que un valor alto de dióxido de carbono es un indicador de una buena combustión y una mezcla rica.

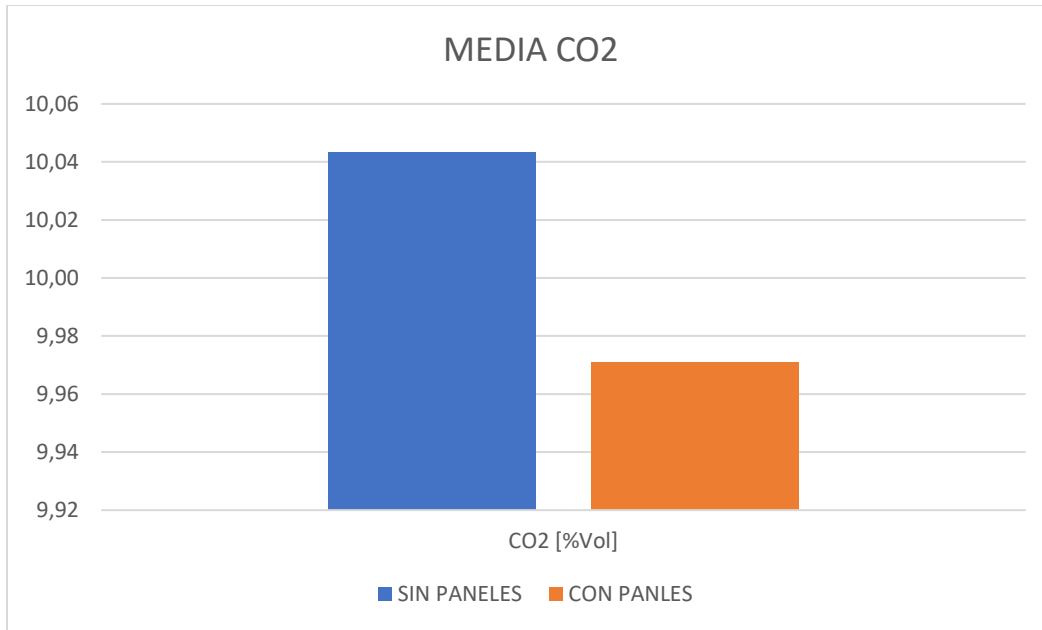


Figura 68 Media aritmética de CO2 con sistema de carga convencional y con paneles solares

CONCLUSIONES

- Las energías renovables es el nuevo método más amigable para enfrentar directamente la gran contaminación que está sufriendo todo el planeta y más los centros históricos por la excesiva demanda de vehículos que circulan en estos lugares, mediante los paneles solares se logra apaciguar o reducir esta contaminación y así no desechando o dejando a un lado los automotores que es el medio de transporte más común.
- Se logró implementar de una manera correcta y eficaz el sistema de carga eléctrica con paneles solares al vehículo Chevrolet Luv Dmax año 2008, además se logró adquirir datos para poder comprobar si los paneles solares generan beneficio o no.
- La base de datos que se logró obtener servirá para posteriores estudios que permitirá profundizar cada vez más estudios posteriores y lograr un cambio en los vehículos con motor de combustión interna para reducir la contaminación.
- Mediante la instalación de paneles solares se aprovecha al máximo el calor producido por la radiación solar y se transforma en energía eléctrica para posteriormente cargar las

baterías, eliminando así una carga más para el motor, por tanto, se elimina el consumo de combustible y se disminuyen los contaminantes en el centro histórico de Cuenca.

- A la ciudad de Cuenca le hace falta un cambio urgente para que ayude a reducir las emisiones contaminantes producidas por el parque automotor, los paneles solares son una gran alternativa para ayudar a reducir las mismas los paneles solares se pueden acoplar a cualquier tipo de vehículo y no representan un costo elevado, con este método se conservara los mismos automóviles únicamente se incorporara los paneles para reducir contaminación y consumo de combustible.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar más pruebas de ruta conglomeración de tráfico similares a las del estudio de este proyecto y así adquirir mayor cantidad de datos para poder realizar un análisis más profundo, alcanzar a hacer una mayor comparativa entre muestras de emisiones contaminantes, además de generar unos resultados más exactos al momento de comparar porcentajes y graficas.
- Hacer pruebas en vehículos que tengan una mayor demanda de energía eléctrica producida por el alternador y en especial hacer prueba en vehículos con dirección asistida, ventilación del motor por ventilador eléctrico y sistema de confort eléctricos.
- Estandarizar más rutas en el centro histórico y así trata de cubrir toda la zona mencionada, para poder realizar un estudio más exacto de la contaminación en el centro, además tratar de estandarizar los estilos de conducción y así mantener un estilo de conducción único en todas las pruebas para eliminar un factor que afecta al análisis.
- Mantener todas las condiciones climáticas, mecánicas y humanas iguales en todas las pruebas y eliminar así errores o datos que entorpecen el análisis, tener en cuenta que la temperatura del automóvil debe ser las óptimas de funcionamiento para no afectar a los valores de gases de escape.

BIBLIOGRAFÍA

- ¿Montar mi propia estructura de madera? | Maderea.* (s. f.). Recuperado 12 de febrero de 2020, de <https://www.maderea.es/montar-mi-propia-estructura-de-madera/>
- 919 vehículos más se matricularon en Cuenca | Diario El Mercurio.* (s. f.). Recuperado 29 de enero de 2020, de <https://ww2.elmercurio.com.ec/2020/01/04/919-vehiculos-mas-se-matricularon-en-cuenca/>
- Analizador de Gases Brain Bee - Modelo AGS-688 - Globaltech Ecuador.* (s. f.). Recuperado 22 de diciembre de 2020, de <https://globaltech-car.com/producto/analizador-de-gases-brain-bee-modelo-ags-688/>
- CALIDAD DEL AIRE CUENCA .* (2018).
- Cantón Cuenca (Ecuador) - EcuRed.* (s. f.). Recuperado 24 de marzo de 2020, de [https://www.ecured.cu/Cantón_Cuenca_\(Ecuador\)](https://www.ecured.cu/Cantón_Cuenca_(Ecuador))
- Carlos, N. (2015, mayo 12). *¿Consume gasolina el aire acondicionado del coche? ¿Cuánta?* <https://nergiza.com/consume-gasolina-el-aire-acondicionado-del-coche-cuanta/>
- Ecuador arranca venta de biocombustible - BBC News Mundo.* (s. f.). Recuperado 22 de diciembre de 2020, de https://www.bbc.com/mundo/ciencia_tecnologia/2010/01/100112_0245_ecuador_gasolina_verde_jrg
- El alternador: te explicamos para qué sirve, sus partes y cómo funciona.* (s. f.). Recuperado 24 de marzo de 2020, de <https://www.actualidadmotor.com/funcionamiento-del-alternador/>
- El, E. N., & La, U. D. E. (2014). *Estudio de las condiciones.*
- El Telégrafo - Noticias del Ecuador y del mundo - Cuenca tiene tres fotorradars para controlar la velocidad.* (s. f.). Recuperado 30 de enero de 2020, de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional/1/cuenca-tiene-tres-fotorradars-para-controlar-la-velocidad>
- EL TIEMPO - Zonas con mayor conflictividad de tránsito en Cuenca.* (s. f.). Recuperado 30 de enero de 2020, de <https://www.eltiempo.com.ec/noticias/cuenca/2/zonas-transito-cuenca>
- El tiempo en Cuenca, Ecuador - Worldmeteo.* (s. f.). Recuperado 30 de enero de 2020, de <https://www.worldmeteo.info/es/america-del-sur/ecuador/cuenca/tiempo-101293/>
- Galindo, A. (2013). *Inyección electrónica de combustible (parte 1).*
- GESTIÓN AMBIENTAL AIRE VEHÍCULOS AUTOMOTORES LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES QUE EMPLEAN GASOLINA.* (s. f.).
- Guía metodológica para la estimación de emisiones vehiculares.* (s. f.).

- JERVES COBO, R., & Armijo Arcos, F. (2016). Análisis y revisión de la red de monitoreo de calidad del aire de la ciudad de Cuenca - Ecuador. *La Granja*, 23(1).
<https://doi.org/10.17163/lgr.n23.2016.03>
- Laverde, G. E., & Lopez Espinel, E. (2005). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA LIMPIEZA Y COMPROBACIÓN DE INYECTORES A GASOLINA* .
- Lima, B., & Galvez, S. (2016). *Análisis de consumo de combustible de los vehículos de categoría M1 que circulan en el Centro Histórico de la ciudad de Cuenca en horas de máxima demanda en función de los ciclos de conducción*.
- Motor de combustión interna - EcuRed*. (s. f.). Recuperado 28 de octubre de 2019, de https://www.ecured.cu/Motor_de_combustión_interna
- Nacional de Higiene, I., Microbiología Cuba Romero Placeres, E., Olite, D., & Toste, Á. (2006). Revista Cubana de Higiene y Epidemiología. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 44(2), 1-14. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223214848008>
- Peréz, P., & Quito, C. (2018). *Determinación de los ciclos de conducción de un vehículo categoría M1 para la ciudad de Cuenca*. 132.
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15032>
- Población y Demografía* /. (s. f.). Recuperado 29 de enero de 2020, de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- Proyecto EnDev/GIZ. (s. f.). *INSTALACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICO*.
- Rojas, A., Coveña, G., & Alquina, D. (2018). *UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR Contenido*.
- Sanches, J. (s. f.). *Celdas electroquímicas | Electrodo | Batería recargable*. 2020. Recuperado 22 de diciembre de 2020, de <https://es.scribd.com/document/455486651/Previo-Celdas-Electroquimicas>
- SEMINARIO INTERNACIONAL: «Hacia una movilidad sostenible»*. (s. f.).
- SISTEMA DE CARGA EN EL AUTOMÓVIL – Electrotec*. (s. f.). Recuperado 24 de marzo de 2020, de <https://electrotec.blog/que-es-el-sistema-de-carga/>
- vehículos con motor de combustión interna*. (s. f.). Ignacio Mártel. Recuperado 11 de febrero de 2020, de <https://blogs.cdecomunicacion.es/ignacio/tag/vehiculos-con-motor-de-combustion-interna/>
- Vintimilla Jarrin. (2015). *Los vehículos automotores como fuentes de emisión*.
- Yolanda, M., Morales, R., & Guzmán, A. H. (2014). *CARACTERIZACIÓN DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA CON DOS TIPOS DE COMBUSTIBLE*.

ANEXOS



Figura B Acople de conector de paneles solares



Figura C Valores de temperatura en el inicio de circulación del vehículo



Figura D *Inversor de corriente 12V a 110V*



Figura E *Condiciones de usos para pruebas de paneles solares*



Figura F Información de controlador de corriente de paneles solares

[SIN PANELES]								
#PRUEBA	CO [%Vol]	HC [ppm]	O2 [%Vol]	CO2 [%Vol]	Temperatura ambiente °C	humadad relativa %	velocidad promedio (Km/h)	tiempo recorrido (minutos)
1	0,6005321	159,06	4,5901232	10,87652	15	68	13,477322	23,15
2	0,5254735	153,65817	5,1907295	10,646481	14	72	14,730878	21,18
7	0,5032683	151,56453	5,9791483	9,6216517	14	57	13,817538	22,58
8	2,4617273	224,80199	3,4461396	10,214839	18	55	14,477958	21,55
9	1,6666164	201,47677	5,2797342	9,4323515	18	39	15,354331	20,32
10	1,1813445	182,9415	6,3846984	8,9538517	16	68	15,926493	19,59
	2,4617273	224,80199	6,3846984	10,87652			15,926493	
[CON PANELES]								
#PRUEBA	CO [%Vol]	HC [ppm]	O2 [%Vol]	CO2 [%Vol]	Temperatura ambiente °C	humadad relativa %	velocidad promedio (Km/h)	tiempo recorrido (minutos)
2	0,5757223	153,85741	5,2210523	10,598443	17	35	13,512343	23,09
3	0,5298952	151,27769	7,2355015	9,3856287	16	39	14,800759	21,08
5	0,5494955	150,31974	5,3645644	10,129862	21	30	14,022472	22,25
7	0,5688902	160,98193	5,0026484	10,065337	20	29	16,041131	19,45
8	0,4391226	129,68611	8,5092583	8,406739	15	55	14,498141	21,52
9	0,5513821	144,6294	4,4840786	11,212602	14	57	15,453195	20,19
	0,5757223	160,98193	8,5092583	11,212602			16,041131	

Figura G Datos promedios de recopilación de pruebas realizadas



Figura H Estructura de paneles solares