

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SUDAMERICANO**



**CARRERA MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**ELABORAR UN MANUAL DE ANÁLISIS Y ADAPTACIÓN DE UN  
SISTEMA GENERADOR DE HIDRÓGENO PARA EL VEHÍCULO  
(CHERYQQ1.1 A GASOLINA) COMO ECONOMIZADOR DE COMBUSTIBLE  
EN LA CIUDAD DE LOJA DURANTE EL PERIODO ABRIL-OCTUBRE 2022.**

**INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN LA CARRERA DE  
MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**AUTORES**

Quichimbo Chiriguay Wilter Steven

Guamán Armijos Jimmy Emanuel

**DIRECTOR**

Ing. Eddy Xavier Santín Torres

Loja, noviembre 2022

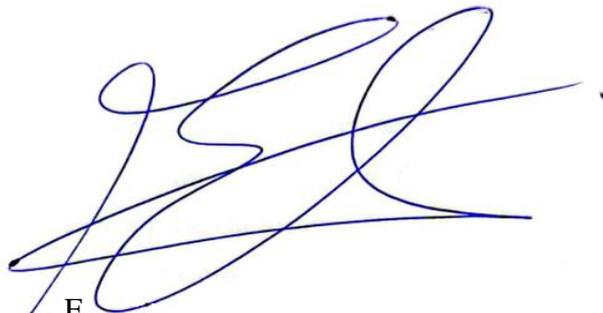
## **Certificación del director del proyecto de investigación de fin de carrera**

Ingeniero: Eddy Xavier Santín Torres

DIRECTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

CERTIFICA:

Que ha supervisado el presente proyecto de investigación titulado, elaborar un manual de análisis y adaptación de un sistema generador de hidrogeno para el vehículo (Chery QQ 1.1 a gasolina) como economizador de combustible en la ciudad de Loja durante el periodo abril- octubre 2022 el mismo. El mismo que cumple con lo establecido por el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano, por consiguiente, autorizo su presentación ante el tribunal respectivo.



F.....

Ing. Eddy Xavier Santín Torres

C.I: 1104616642

Loja, 02 noviembre 2022

## **Autoría**

Yo, Wilter Steven Quichimbo Chiriguay con C.I. 0503542284 y Jimmy Emanuel Guamán Armijos con C.I 1104791270, declaramos ser los autores del presente trabajo de investigación de fin de carrera el mismo que fue realizado con toda responsabilidad y honradez por tal virtud los fundamentos teóricos-prácticos y los resultados obtenidos son de exclusiva responsabilidad de los autores. A través de la presente declaración la propiedad intelectual pertenece al Instituto Superior Tecnológico Sudamericano (ISTS).

Loja, noviembre 2022

## **Autores**



.....

**C.I.: 0503542284**

**Wilter Steven Quichimbo**

**Chiriguay**



.....

**C.I.: 1104791270**

**Jimmy Emanuel Guamán**

**Armijos**

## **Dedicatoria**

Este proyecto va dedicado especialmente a mis padres Marianito y Teresa quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos Ever y Marcelo por su cariño y apoyo incondicional durante este proceso, por estar conmigo en todo momento. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

**Wilter Steven Quichimbo Chiriguay**

La presente tesis se la dedico primeramente a Dios por dotarme de la sabiduría suficiente para lograr esta meta que me he propuesto en el transcurso de mi vida, de igual manera a mis padres: Luis Eduardo Guamán y Silvana Noemi Armijos, a mis hermanos: Danny, Jackson, Julissa, Adriana que de alguna u otra manera me encaminaron a seguir preparándome en el ámbito profesional.

Sin olvidar de manera especial a mi esposa: Elizabeth Lloclla y mi hija Sofia Guamán que son mi razón y motivo de superación personal ya que siempre contaré con su apoyo incondicional en las buenas y malas durante y después de mi etapa de formación académica.

**Jimmy Emanuel Guamán Armijos**

## **Agradecimiento**

El presente trabajo agradezco a Dios por ser mi guía y acompañante en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia, salud y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mis padres por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

Agradezco a todos los docentes que, con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional en el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano

**Wilter Steven Quichimbo Chiriguay**

Agradezco al Instituto Superior Tecnológico Sudamericano por la apertura de la carrera en mecánica automotriz en la ciudad de Loja. Esto constituye un hito importante para estudiar lo que he anhelado por tanto tiempo, además agradecer por mi trabajo que ha servido para solventar la parte económica de mis estudios y el sostenimiento de mi familia.

Agradecer de igual manera a cada uno de mis docentes que han sabido compartirme su sabiduría para el desarrollo de mi formación académica y personal.

**Jimmy Emanuel Guamán Armijos**

## **Acta de cesión de derechos**

### **ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA**

Conste por el presente documento la Cesión de los Derechos de proyecto de investigación de fin de carrera, de conformidad con las siguientes cláusulas:

PRIMERA. - Por sus propios derechos; el Ing. Eddy Xavier Santín Torres, en calidad de director del proyecto de investigación de fin de carrera; y, Jimmy Emanuel Guamán Armijos, Wilter Steven Quichimbo Chiriguay, en calidad de autores del proyecto de investigación de fin de carrera; mayores de edad emiten la presente acta de cesión de derechos.

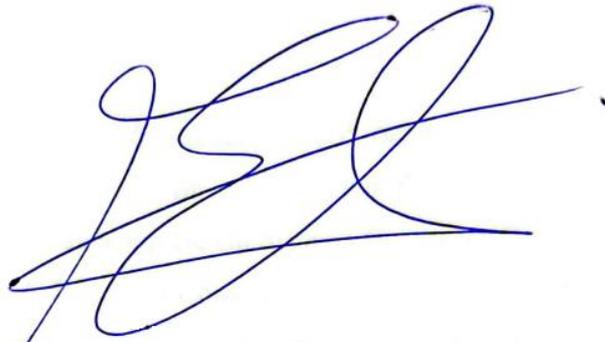
SEGUNDA.- Jimmy Emanuel Guamán Armijos, Wilter Steven Quichimbo Chiriguay, realizaron la Investigación titulada “Elaborar Un Manual De Análisis Y Adaptación De Un Sistema Generador De Hidrógeno Para El Vehículo (Cheryqq1.1 A Gasolina) Como Economizador De Combustible En La Ciudad De Loja Durante El Periodo Abril-Octubre 2022”; para optar por el título de Tecnólogo en Mecánica automotriz, en el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja, bajo la dirección del Ing. Eddy Xavier Santín Torres.

TERCERA. - Es política del Instituto que los proyectos de investigación de fin de carrera se apliquen y materialicen en beneficio de la comunidad.

CUARTA. - Los comparecientes Ing. Eddy Xavier Santín Torres, en calidad de Director del proyecto de investigación de fin de carrera y Jimmy Emanuel Guamán Armijos, Wilter Steven Quichimbo Chiriguay como autores, por medio del presente instrumento, tienen a bien ceder en forma gratuita sus derechos de proyecto de investigación de fin de carrera titulado “Elaborar Un Manual De Análisis Y Adaptación De Un Sistema Generador De Hidrógeno Para El Vehículo (Cheryqq1.1 A Gasolina) Como Economizador De Combustible En La Ciudad De Loja Durante El Periodo Abril-Octubre 2022 ” a favor del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja; y, conceden autorización para que el Instituto pueda utilizar esta investigación en su beneficio y/o de la comunidad, sin reserva alguna.

QUINTA. - Aceptación. - Las partes declaran que aceptan expresamente todo lo estipulado en la presente cesión de derechos.

Para constancia suscriben la presente cesión de derechos, en la ciudad de Loja, en el mes de noviembre del año 2022.



.....  
Ing. Eddy Xavier Santín Torres

DIRECTOR

C.I. 1104616642



.....  
Wilter Steven Quichimbo Chiriguay

AUTOR

C.I. 0503542284



.....  
Jimmy Emanuel Guamán Armijos

AUTOR

C.I. 1104791270

## **Declaración juramentada**

Loja, 02 de noviembre del 2022

Nombres: Wilter Steven

Apellidos: Quichimbo Chiriguay

Cédula de Identidad: 0503542284

Carrera: Mecánica automotriz

Semestre de ejecución del proceso de titulación: Abril -octubre del 2022

Tema de proyecto de investigación de fin de carrera con fines de titulación: Elaborar Un Manual De Análisis Y Adaptación De Un Sistema Generador De Hidrógeno Para El Vehículo (Cheryqq1.1 A Gasolina) Como Economizador De Combustible En La Ciudad De Loja Durante El Periodo abril-octubre 2022. En calidad de estudiante del Instituto Tecnológico Superior Sudamericano de la ciudad de Loja;

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor del trabajo intelectual y de investigación del proyecto de fin de carrera.
2. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El trabajo de investigación de fin de carrera presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido publicado ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Las imágenes, tablas, gráficas, fotografías y demás son de mi autoría; y en el caso contrario aparecen con las correspondientes citas o fuentes.

Por lo expuesto; mediante la presente asumo frente al INSTITUTO cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

En consecuencia, me hago responsable frente al INSTITUTO y frente a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar al INSTITUTO o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causa en el trabajo de investigación de fin de carrera presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello.

Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para EL INSTITUTO en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente dispuesta por la LOES y sus respectivos reglamentos y del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja.



.....

Firma

C.I:0503542284

## **Declaración juramentada**

Loja, 02 de noviembre del 2022

Nombres: Jimmy Emanuel

Apellidos: Guamán Armijos

Cédula de Identidad: 1104791270

Carrera: Mecánica automotriz

Semestre de ejecución del proceso de titulación: Abril -octubre del 2022

Tema de proyecto de investigación de fin de carrera con fines de titulación: Elaborar Un Manual De Análisis Y Adaptación De Un Sistema Generador De Hidrógeno Para El Vehículo (Cheryqq1.1 A Gasolina) Como Economizador De Combustible En La Ciudad De Loja Durante El Periodo abril-octubre 2022. En calidad de estudiante del Instituto Tecnológico Superior Sudamericano de la ciudad de Loja;

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor del trabajo intelectual y de investigación del proyecto de fin de carrera.
2. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El trabajo de investigación de fin de carrera presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido publicado ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Las imágenes, tablas, gráficas, fotografías y demás son de mi autoría; y en el caso contrario aparecen con las correspondientes citas o fuentes.

Por lo expuesto; mediante la presente asumo frente al INSTITUTO cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

En consecuencia, me hago responsable frente al INSTITUTO y frente a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar al INSTITUTO o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causa en el trabajo de investigación de fin de carrera presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello.

Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para EL INSTITUTO en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente dispuesta por la LOES y sus respectivos reglamentos y del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja.



.....

Firma

C.I: 1104791270

## Índice de Contenido

1. Resumen .....	25
2. Abstract .....	26
3. Problema.....	27
4. Tema .....	29
5. Justificación.....	30
6. Objetivos .....	32
6.1Objetivos General .....	32
6.2Objetivos Específicos.....	32
7. Marco teórico .....	33
7.1Marco Institucional .....	33
7.1.1 Reseña histórica.....	33
7.1.2 Referentes Académicos .....	36
7.1.3 Políticas Institucionales.....	36
7.1.4 Objetivos Institucionales.....	37
7.1.5 Plan estratégico de desarrollo.....	38
7.2Marco conceptual .....	40
7.2.1 Generador de hidrógeno .....	40
7.2.2 Hidrógeno .....	40
7.2.3 Obtención del hidrógeno .....	41
7.2.4 Electrólisis .....	42
7.2.5 Uso del hidrógeno: .....	42
7.2.6 El hidrógeno como combustible.....	42
7.2.7 Funcionamiento del sistema generador de hidrógeno .....	43
7.2.8 Sistema eléctrico.....	44
7.2.9 Sistema hidromecánico.....	44

7.2.10	Ventajas y desventajas del uso del hidrógeno como combustible.	45
7.2.11	Tipos de celdas electrolíticas.....	46
7.2.12	Celdas húmedas de hidrógeno .....	46
7.2.13	Celdas secas de hidrógeno.....	46
7.2.14	Ciclo Otto de cuatro tiempos.....	47
7.2.15	Sistema de alimentación de combustible.....	48
7.2.16	Sistema de encendido .....	49
7.2.17	Resistencia a la detonación u octanaje. ....	50
7.2.18	Poder calorífico .....	50
7.2.19	Ficha técnica del vehículo .....	50
8.	Diseño metodológico.....	52
8.1	Metodología y técnicas de investigación .....	52
8.1.1	Método fenomenológico.....	52
8.1.2	Método hermenéutico.....	52
8.1.3	Método práctico proyectual.....	53
8.1.4	Observación.....	53
8.1.5	Encuesta.....	54
8.2	Determinación del universo y de la muestra.....	54
8.2.1	Formulación de la muestra .....	54
8.3	Análisis de resultados: cuantitativos y/o cualitativos .....	56
9.	Propuesta práctica de acción .....	69
9.1	Percepción y definición del problema.....	69
9.2	Diseño de la propuesta .....	70
9.2.1	Boceto.....	70
9.2.2	Problemas a solucionar.....	71
9.2.3	Definición de elementos .....	79

9.2.4	Costos .....	83
9.2.5	Normativa de seguridad.....	83
9.2.6	Beneficios para el medio ambiente .....	84
9.3	Organización y gestión del trabajo.....	84
9.3.1	Proveedor.....	84
9.3.2	Material .....	85
9.3.3	Tareas primarias y secundarias.....	86
9.3.4	Encargado y asignación de roles .....	86
9.4	Ejecución del proyecto.....	87
9.4.1	Montaje del sistema generador de hidrógeno en el vehículo .....	87
9.4.1	Colocación de mangueras.....	90
9.4.2	Conexión eléctrica.....	92
9.4.3	Comprobación y verificación del sistema. ....	93
9.5	Evaluación del proyecto.....	97
9.5.1	Análisis y monitoreo de torque potencia, consumo de combustible, emisiones de gases.....	97
9.6	Prueba de Torque-Potencia .....	98
9.7	Pruebas de consumo.....	101
9.8	Gases de escape en prueba estática con hidrógeno. ....	105
9.9	Selección del tramo de prueba .....	107
10.	Conclusiones .....	108
11.	Recomendaciones .....	109
12.	Bibliografía.....	110
13.	Anexos.....	113
13.1	Presupuesto .....	113
13.2	Cronograma .....	114
13.3	Certificación de aprobación del proyecto de investigación.....	115

13.4	Certificados de aprobacion del proyecto de investigación .....	116
13.5	Certificado de aprobación de Abstract .....	117
13.6	Modelo de encuesta .....	118
13.7	Evidencia fotográfica.....	120

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> .....	33
<i>Logo institucional</i> .....	33
<b>Figura 2</b> .....	38
<i>Estructura del modelo pedagógico del ISTS</i> .....	38
<b>Figura 3</b> .....	40
<i>Estructura organizacional del ISTS</i> .....	40
<b>Figura 4</b> .....	48
<i>Ciclo termodinámico otto</i> .....	48
<b>Figura 5</b> .....	49
<i>Sistema de gasolina con electrobomba interior</i> .....	49
<b>Figura 6</b> .....	56
<i>Pregunta 1</i> .....	56
<b>Figura 7</b> .....	57
<i>Pregunta 2</i> .....	57
<b>Figura 8</b> .....	58
<i>Pregunta 3</i> .....	58
<b>Figura 9</b> .....	59
<i>Pregunta 4</i> .....	59
<b>Figura 10</b> .....	60
<i>Pregunta 5</i> .....	60
<b>Figura 11</b> .....	61
<i>Pregunta 6</i> .....	61
<b>Figura 12</b> .....	63
<i>Pregunta 7</i> .....	63
<b>Figura 13</b> .....	64
<i>Pregunta 8</i> .....	64
<b>Figura 14</b> .....	65
<i>Pregunta 9</i> .....	65
<b>Figura 15</b> .....	67
<i>Pregunta 10</i> .....	67
<b>Figura 16</b> .....	68
<i>Pregunta 11</i> .....	68

<b>Figura 17</b> .....	70
<i>Sistema generador de hidrógeno</i> .....	70
<b>Figura 18</b> .....	71
<i>Comportamiento del motor sin hidrógeno</i> .....	71
<b>Figura 19</b> .....	74
<i>Conector OBDII</i> .....	74
<b>Figura 20</b> .....	74
<i>Scanner digital</i> .....	74
<b>Figura 21</b> .....	75
<i>Ruta realizada</i> .....	75
<b>Figura 22</b> .....	76
<i>Ciclo de conducción a carga media</i> .....	76
<b>Figura 23</b> .....	77
<i>Prueba en ralentí</i> .....	77
<b>Figura 24</b> .....	78
<i>Pruebas a 2500 rpm</i> .....	78
<b>Figura 25</b> .....	79
<i>Generador de hidrógeno</i> .....	79
<b>Figura 26</b> .....	80
<i>Cable electrico</i> .....	80
<b>Figura 27</b> .....	81
<i>Manguera</i> .....	81
<b>Figura 28</b> .....	81
<i>Racores nuematicos</i> .....	81
<b>Figura 29</b> .....	82
<i>Modulo</i> .....	82
<b>Figura 30</b> .....	82
<i>Relay</i> .....	82
<b>Figura 31</b> .....	83
<i>Pletina metalica L</i> .....	83
<b>Figura 32</b> .....	85
<i>Logo de empresa Hidroxy Energy Ec</i> .....	85
<b>Figura 33</b> .....	88
<i>Pletina metálica en L</i> .....	88

<b>Figura 34</b> .....	88
<i>Sujeción del generador de hidrógeno</i> .....	88
<b>Figura 35</b> .....	89
<i>Sujeción del módulo del generador</i> .....	89
<b>Figura 36</b> .....	89
<i>Ubicación del generador de hidrógeno</i> .....	89
<b>Figura 37</b> .....	90
<i>Manguera poliretano 6x4 mm</i> .....	90
<b>Figura 38</b> .....	90
<i>Conexión del hidrógeno a la manguera de flujo de aire</i> .....	90
<b>Figura 39</b> .....	91
<i>Mezcla de agua y bicarbonato</i> .....	91
<b>Figura 40</b> .....	91
<i>Llenado del deposito generador de hidrógeno con agua bicarbonatana</i> .....	91
<b>Figura 41</b> .....	92
<i>Medición del terminal positivo del rele</i> .....	92
<b>Figura 42</b> .....	93
<i>Simulador del diagrama electrico del generador de hidrógeno</i> .....	93
<b>Figura 43</b> .....	94
<i>Conexión al polo positivo de la batería</i> .....	94
<b>Figura 44</b> .....	94
<i>Conexión a la polo positivo del generador de hidrógeno y el polo negativo a masa</i> .....	94
<b>Figura 45</b> .....	95
<i>Comprobación del generador de hidrógeno</i> .....	95
<b>Figura 46</b> .....	95
<i>Verificar la presencia de burbujas de hidrógeno e introducir fuego</i> .....	95
<b>Figura 47</b> .....	96
<i>Explosión del hidrógeno</i> .....	96
<b>Figura 48</b> .....	96
<i>Comprobación del voltaje en funcionamiento</i> .....	96
<b>Figura 49</b> .....	98
<i>Banco dinamométrico de la UPS</i> .....	98
<b>Figura 50</b> .....	98

<i>Laboratorios de la UPS</i> .....	98
<b>Figura 51</b> .....	99
<i>Comportamiento del motor con hidrógeno</i> .....	99
<b>Figura 52</b> .....	102
<i>Ruta realizada</i> .....	102
<b>Figura 53</b> .....	103
<i>Ciclo de conducción a carga media</i> .....	103
<b>Figura 54</b> .....	104
<i>Consumo de combustible</i> .....	104
<b>Figura 55</b> .....	105
<i>Prueba en ralentí</i> .....	105
<b>Figura 56</b> .....	106
<i>Prueba en 2500rpm</i> .....	106
<b>Figura 57</b> .....	107
<i>Selección de la ruta</i> .....	107
<b>Figura 58</b> .....	120
<i>Banco Dinamometro</i> .....	120
<b>Figura 59</b> .....	120
<i>Taller Automotriz de la UPS</i> .....	120
<b>Figura 60</b> .....	121
<i>Institución UPS</i> .....	121
<b>Figura 61</b> .....	121
<i>Resultado del dinamometro</i> .....	121
<b>Figura 62</b> .....	122
<i>Instalacion del generador</i> .....	122
<b>Figura 63</b> .....	122
<i>Llenado del dispositivo</i> .....	122
<b>Figura 64</b> .....	123
<i>Laboratorios del ISTS</i> .....	123
<b>Figura 65</b> .....	125
<i>Facturas de pruebas</i> .....	125
<b>Figura 66</b> .....	126
<i>Factura del sensor</i> .....	126
<b>Figura 67</b> .....	127

<i>Factura de kit de hidrógeno</i> .....	127
<b>Figura 68</b> .....	127
<i>Facturas de gasolina</i> .....	127
<b>Figura 69</b> .....	128
<i>Facturas de gasolina</i> .....	128
<b>Figura 70</b> .....	128
Facturas de gasolina .....	128
<b>Figura 71</b> .....	129
<i>Facturas de gasolina</i> .....	129

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> .....	41
<i>Propiedades del hidrógeno</i> .....	41
<b>Tabla 2.</b> .....	50
<i>Ficha técnica del vehículo</i> .....	50
<b>Tabla 3.</b> .....	56
<i>Pregunta 1</i> .....	56
<b>Tabla 4.</b> .....	57
<i>Pregunta 2</i> .....	57
<b>Tabla 5.</b> .....	58
<i>Pregunta 3</i> .....	58
<b>Tabla 6.</b> .....	59
<i>Pregunta 4</i> .....	59
<b>Tabla 7.</b> .....	60
<i>Pregunta 5</i> .....	60
<b>Tabla 8.</b> .....	61
<i>Pregunta 6</i> .....	61
<b>Tabla 9.</b> .....	62
<i>Pregunta 7</i> .....	62
<b>Tabla 10.</b> .....	64
<i>Pregunta 8</i> .....	64
<b>Tabla 11.</b> .....	65
<i>Pregunta 9</i> .....	65
<b>Tabla 12.</b> .....	66
<i>Pregunta 10</i> .....	66
<b>Tabla 13.</b> .....	68
<i>Pregunta 11</i> .....	68
<b>Tabla 14.</b> .....	72
<i>Pruebas de torque-potencia sin hidrógeno</i> .....	72
<b>Tabla 15.</b> .....	77
<i>Resultados obtenidos en la prueba de consumo sin hidrógeno</i> .....	77
<b>Tabla 16.</b> .....	79
<i>Emisiones estáticas sin hidrógeno</i> .....	79

<b>Tabla 17</b> .....	83
<i>Costos</i> .....	83
<b>Tabla 18</b> .....	85
<i>Herramientas utilizadas</i> .....	85
<b>Tabla 19</b> .....	86
<i>Asignación de tareas primarias y secundarias</i> .....	86
<b>Tabla 20</b> .....	86
<i>Asignación de roles</i> .....	86
<b>Tabla 21</b> .....	99
<i>Prueba de torque-potencias con generador de hidrógeno</i> .....	99
<b>Tabla 22</b> .....	103
<i>Resultados obtenidos en la prueba de consumo</i> .....	103
<b>Tabla 23</b> .....	107
<i>Emisiones estáticas con hidrógeno</i> .....	107
<b>Tabla 24</b> .....	113
<i>Presupuesto</i> .....	113
<b>Tabla 25</b> .....	114
<i>Cronograma de actividades</i> .....	114

## 1. Resumen

La economía actual afectada por la utilización del combustible fósil, el cual hace que nazca la necesidad de optar por sistemas energéticos alternativos para poder paliar la situación económica y ambiental como consecuencia de utilizar la gasolina, de esta manera el proyecto de investigación denominada con el tema “elaborar un manual de análisis y adaptación de un sistema generador de hidrógeno para el vehículo (cheryqq1.1 a gasolina) como economizador de combustible en la ciudad de Loja durante el periodo abril-octubre 2022.”

Nuestro objetivo principal fue determinar el nivel de conocimiento de los taxistas de la ciudad de Loja sobre el sistema generador de hidrógeno e investigar la aceptabilidad del equipo, así mismo el estudio consta principalmente de métodos investigativos, como el método fenomenológico sirvió para la investigación del uso de comburente eco-amigables combinados con combustibles fósiles, el método hermenéutico nos facilitará comprender en su totalidad como existe afectaciones a la sociedad al utilizar la gasolina, el método practico proyectual se realizó los análisis en el vehiculó mediante pruebas de potencia y torque, pruebas de consumo y pruebas de emisiones de gases de escape.

La propuesta de acción consta de la realización de un manual de análisis y adaptación de un generador de hidrógeno, por lo que se realizó encuestas a los taxistas convencionales de la ciudad de Loja con el propósito de conocer el grado de aceptabilidad a nivel local, es más se ejecutó las investigaciones necesarias que ayudaron a la culminación del manual y adaptación del dispositivo en el vehículo con la finalidad de obtener resultados verídicos para el correcto funcionamiento del automóvil.

En el análisis final se demostró que el dispositivo generador de hidrógeno cumplió su funcionalidad que es de economizar combustible, adicionalmente mejorando el rendimiento del vehículo. Con respecto a la efectividad de este dispositivo se comprobó su veracidad y se recomienda usar con toda confianza el equipo generador de hidrógeno con el propósito de representar un ahorro significativo en la economía a nivel local.

## 2. Abstract

The current economy is affected by the use of fossil fuel, which makes it necessary to opt for alternative energy systems to alleviate the economic and environmental situation as a result of using gasoline. Therefore, the research project entitled "develop a manual analysis and adaptation of a hydrogen generator system for the vehicle (cheryqq1.1 gasoline) as a fuel economizer in the city of Loja during the period April-October 2022".

The main objective was to determine the level of knowledge of drivers in the city of Loja about the hydrogen generator system and investigate the acceptability of the equipment, also the study consists mainly of research methods, such as the phenomenological method that served to investigate the use of eco-friendly fuel combined with fossil fuels, the hermeneutic method will allow us to understand in its totality how the use of gasoline affects society; the practical project method carried out the analysis of the vehicle by means of power and torque tests, consumption tests and exhaust gas emission tests.

The action proposal consists of the realization of a manual of analysis and adaptation of a hydrogen generator, for which surveys were conducted to conventional cab drivers in the city of Loja in order to know the degree of acceptability at the local level. Moreover, it was executed the investigations required to help the completion of the manual and adaptation of the device in the vehicle in order to obtain accurate results for the proper functioning of the car.

Finally, it was demonstrated that the hydrogen generator device fulfilled its functionality of economizing fuel and improving the performance of the vehicle. The effectiveness of this system was proved and it is recommended to use with confidence the hydrogen generator equipment with the purpose of representing a significant saving in the economy at local level.

### 3. Problema

Actualmente la situación económica en cuanto al uso del combustible para motores de ciclo Otto ha llevado a la necesidad de optar por sistemas alternativos más amigables para el ambiente y mejorar la economía social. Las emisiones de carbono en los motores de combustión interna son causa de constante análisis y estudio para reducir los niveles de contaminación que son producidos por los gases emitidos por los vehículos.

Los vehículos a nivel general funcionan principalmente quemando combustibles fósiles por lo que su uso tiene gran demanda y el limitado acceso por altos costos que se han presentado en los últimos periodos, bajo estos acontecimientos se ha venido dando investigaciones según la ORG BETTERFUEL TECHNOLOGY empresa de ingeniería especializada en equipos de ahorro de combustible y conciencia ambiental, teniendo en cuenta al hidrógeno como una fuente de energía sostenible para reducir las concentraciones contaminantes. (Better Fuel Technology, 2019)

En Ecuador debido al aumento progresivo y desmedido del parque automotor, se vienen generando graves problemas medioambientales por las emisiones de gases tóxicos que emiten los vehículos que usan combustibles fósiles y esto conlleva a un mayor consumo del mismo (INEC anuario de estadísticas de transporte). (León, 2020)

Según registros del centro de revisión y matriculación vehicular de la ciudad de Loja (2022), la ciudad cuenta con más de 100.000 vehículos en circulación, lo que contribuye al aumento de tráfico con una tasa de crecimiento anual del 10% que funcionan con combustibles derivados del petróleo que aportan a una descontrolada emisión de gases tóxicos. (Hora, Parque automotor de Loja cada vez en crecimiento, 2021)

Existe la necesidad del análisis sobre un sistema generador de hidrógeno ya que no hay estudios en la ciudad de Loja que demuestren la eficiencia y funcionamiento de este dispositivo utilizado para ahorrar combustible y reducir emisiones de gases contaminantes, este proceso contribuirá aclarar dudas en cuanto a ventajas y desventajas de una manera más concisa después que el equipo sea adaptado en el vehículo.

La carrera de mecánica automotriz del ISTS en propuesta a desarrollar nuevas tecnologías para minimizar el impacto ambiental genera proyectos de diseño automotores con innovación tecnológica para disminuir las emisiones de carbono. Bajo este contexto el implementar un sistema economizador de combustibles a base de hidrógeno es fundamental para reducir la contaminación en el medio ambiente y generar un ahorro ante el incremento del parque automotor de la ciudad de Loja y el precio en el combustible; este análisis da un enfoque real ante los enigmas que estos sistemas producen en el usuario debido a la eficiencia del mismo.

#### **4. Tema**

ELABORAR UN MANUAL DE ANÁLISIS Y ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA GENERADOR DE HIDRÓGENO PARA EL VEHÍCULO (CHERYQQ1.1 A GASOLINA) COMO ECONOMIZADOR DE COMBUSTIBLE EN LA CIUDAD DE LOJA DURANTE EL PERIODO ABRIL-OCTUBRE 2022.

## 5. Justificación

El presente proyecto se basa en el estudio y análisis de un dispositivo generador de hidrógeno para reducir el consumo de combustible, esta observación estará enmarcada en la línea de investigación tecnologías y técnicas del mantenimiento de sistemas automotrices que se encarga de estudios innovadores, para el diagnóstico, gestión y cuidado vehicular para vehículos particulares, transporte público y organizaciones privadas, teniendo como norte disminuir el impacto ambiental generado por el parque automotor mediante el uso de las ciencias aplicadas.

Con la intención de aportar una opción ecológica muy eficiente para lograr reducir emisiones de gases contaminantes sin alterar el rendimiento en la potencia de los motores de combustión interna (MCI) se ha optado por el uso de hidrógeno como parte del combustible mediante un sistema de inyección electrónica en el mismo motor.

El desarrollo de este trabajo investigativo bajo el tema “Elaborar un manual de análisis y adaptación de un sistema generador de hidrógeno para el vehículo (Chery QQ 1.1 a gasolina) como economizador de combustible en la ciudad de Loja durante el periodo abril-octubre 2022” constituye un aporte a los conocimientos y habilidades adquiridas durante toda la formación académica y complementar la investigación que es un requisito necesarios previo a la obtención del título de tecnólogo superior en mecánica automotriz del ISTS obteniendo así una certificación de tercer nivel necesario en el desarrollo personal.

El generador de hidrógeno es un dispositivo que funciona a base de agua (H<sub>2</sub>O) y de electricidad, básicamente se crea un proceso químico llamado electrólisis que consiste en separar sus elementos básicos que son el oxígeno e hidrógeno y como resultado el gas generado es inyectado al motor donde se mezcla con el combustible, este sistema de ahorro de combustible nos brinda múltiples beneficios como: Ahorro del 20 o 40% de combustible, un aumento potencia, emisiones de CO<sub>2</sub>,CO reducidas y mantiene limpio el motor.

La finalidad de estas tecnologías eco-ambientales es evitar emisiones de contaminantes que perjudican la calidad de vida de una sociedad en constante

desarrollo y con la ayuda de este proyecto se pretende usar energías alternativas como un plan de ahorro y de menos impacto ambiental.

Vivimos en una sociedad de constante desarrollo con el objetivo básico de mejorar el rendimiento de los motores, teniendo así una oportunidad para impulsar proyectos tecnológicos que ayuden a optimizar a un transporte más eco-amigable y accesible económicamente, con la implementación de equipos economizadores de gasolina, y al haber una gran demanda de un producto que ayude a la economía y a la optimización en el uso de combustibles se podría crear una empresa para la venta y su instalación a nivel local, garantizando su funcionalidad por el estudio y análisis realizado previamente.

## **6. Objetivos**

### **6.1 Objetivos General**

Elaborar un manual de análisis y adaptación de un sistema economizador de combustible mediante la adecuación de un generador de hidrógeno en el vehículo Cherry QQ 1.1 para disminuir el consumo y el impacto ambiental de la gasolina.

### **6.2 Objetivos Específicos**

- Investigar las propiedades y principios fundamentales del hidrógeno como suministro adicional a la gasolina a través de recopilación de datos informativos para demostrar la funcionalidad en el ciclo termodinámico del motor.
- Realizar un proceso de recopilar datos mediante una encuesta para demostrar la viabilidad en la adopción del sistema como economizador de combustible en el cantón Loja.
- Demostrar la funcionalidad del dispositivo economizador de combustible mediante análisis y pruebas en equipos automotrices apropiados a fin de tener resultados positivos en la eficiencia del vehículo.
- Generar un proyecto de investigación mediante el análisis y ejecución de procedimientos demostrativos en el campo automotriz para concienciar los aspectos socioeconómico y ambiental que conlleva el uso desmedido de gasolina.

## 7. Marco teórico

### 7.1 Marco Institucional

#### Figura 1

*Logo institucional*



*Nota.* Imagen obtenida de la página oficial de la institución

#### 7.1.1 *Reseña histórica*

El Señor Manuel Alfonso Maniito Columba, crea el Instituto Técnico Superior Particular Sudamericano, para la formación de TÉCNICOS, por lo que se hace el trámite respectivo en el Ministerio de Educación y Cultura, y con fecha 4 de junio de 1996, autoriza con resolución Nro. 2403, la CREACIÓN y el FUNCIONAMIENTO de este Instituto Superior, con las especialidades del ciclo pos bachillerato de: Contabilidad Bancaria, Administración de Empresas, y; Análisis de Sistemas.

Para el año lectivo 1996-1997, régimen costa y sierra, con dos secciones diurno y nocturno facultando otorgar el Título de Técnico Superior en las especialidades autorizadas. Posteriormente, con resolución Nro. 4624 del 28 de noviembre de 1997, el Ministerio de Educación y Cultura, autoriza el funcionamiento del ciclo pos bachillerato, en las especialidades de: Secretariado Ejecutivo Trilingüe, y; Administración Bancaria.

Con resolución Nro. 971 del 21 de septiembre de 1999, resuelve el Ministerio de Educación y Cultura, elevar a la categoría de INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR PARTICULAR SUDAMERICANO, con las especialidades de: Administración Empresarial, Secretariado Ejecutivo Trilingüe, Finanzas y Banca, y; Sistemas de Automatización.

Con oficio circular Nro. 002-DNPE-A del 3 de junio de 2000, la Dirección Provincial de Educación de Loja, hace conocer la nueva Ley de Educación Superior, publicada en el Registro Oficial, Nro. 77 del mes de junio de 2000, en el cual dispone que los Institutos Superiores Técnicos y Tecnológicos, que dependen del Ministerio de Educación y Cultura, forman parte directamente del “Sistema Nacional de Educación Superior” conforme lo determina en los artículos 23 y 24. Por lo tanto en el mes de noviembre de 2000, el Instituto Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja, pasa a formar parte del Consejo Nacional de Educación Superior (CONESUP) con Registro Institucional Nro. 11-009 del 29 de noviembre de 2000.

A medida que avanza la demanda educativa el Instituto propone nuevas tecnologías, es así que con Acuerdo Nro. 160 del 17 de noviembre de 2003, la Dirección Ejecutiva del Consejo Nacional de Educación Superior (CONESUP) otorga licencia de funcionamiento en la carrera de: Diseño Gráfico y Publicidad. Para que conceda títulos de Técnico Superior con 122 créditos de estudios y a nivel Tecnológico con 185 créditos de estudios. Finalmente, con Acuerdo Nro. 351 del 23 de noviembre de 2006, el Consejo Nacional de Educación Superior (CONESUP) acuerda otorgar licencia de funcionamiento para las tecnologías en las carreras de: Gastronomía, Gestión Ambiental, Electrónica, y; Administración Turística.

Otorgando los títulos de Tecnólogo en las carreras autorizadas, previo el cumplimiento de 185 créditos de estudio. Posteriormente y a partir de la creación del Consejo de Educación Superior (CES) en el año 2008, el Tecnológico Sudamericano se somete a los mandatos de tal organismo y además de la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (SENESCYT), del Consejo Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CEAACES); así como de sus organismos anexos.

Posterior al proceso de evaluación y acreditación dispuesto por el CEAACES; y, con Resolución Nro. 405-CEAACES-SE-12-2106, de fecha 18 de mayo del 2016 se otorga al Instituto Tecnológico Superior Sudamericano la categoría de “Acreditado” con una calificación del 91% de eficiencia, actualmente, cuenta con las siguientes carreras.

## **Presenciales**

Tecnología Superior Gastronomía

Tecnología Superior Desarrollo Ambiental

Tecnología Superior Administración Financiera

Tecnología Superior Desarrollo de Software

Tecnología Superior Diseño Gráfico

Tecnología Superior Turismo

Tecnología Superior Talento Humano

Tecnología Superior Electrónica

Tecnología Superior Mecánica Automotriz

Técnico Superior Enfermería

## **Semipresencial**

Tecnología Superior Seguridad y Prevención de Riesgos Laborales.

## **Online**

Tecnología Superior Contabilidad y Asesoría Tributaria

Tecnología Superior Administración Financiera

Tecnología Superior Talento Humano

## **Misión:**

Ser el mejor Instituto Tecnológico del país, con una proyección internacional para entregar a la sociedad, hombres íntegros, profesionales excelentes, líderes en todos los campos, con espíritu emprendedor, con libertad de pensamiento y acción”.

### **Visión:**

“Convertirnos en el mejor instituto tecnológico universitario del país, con alcance internacional a través de sus modalidades de estudio sustentadas en la calidad y pertinencia; para entregar a la sociedad profesionales íntegros, líderes en todos los campos, con espíritu emprendedor, practicando libertad de pensamiento y acción”.

### **Valores:**

Estudio, Disciplina y Equidad.

#### **7.1.2 Referentes Académicos**

Actualmente la Mgs. Ana Marcela Cordero Clavijo, es la Rectora titular; Lic. Paulina Martínez Vicerrectora Académica e Ing. Patricio Villa Marín coronel Vicerrector de Desarrollo e Innovación Tecnológica. El sistema de estudio en esta Institución es por semestre, por lo tanto, en cada semestre existe un incremento de estudiantes, el incremento es de un 10% al 15% esto es desde el 2005.

#### **7.1.3 Políticas Institucionales.**

Las políticas institucionales del Tecnológico Sudamericano atienden a ejes básicos contenidos en el proceso de mejoramiento de la calidad de la educación superior en el Ecuador:

- Esmero en la atención al estudiante: antes, durante y después de su preparación tecnológica puesto que él es el protagonista del progreso individual y colectivo de la sociedad.
- Preparación continua y eficiente de los docentes; así como definición de políticas contractuales y salariales que le otorguen estabilidad y por ende le faciliten dedicación de tiempo de calidad para atender su rol de educador.
- Asertividad en la gestión académica mediante un adecuado estudio y análisis de la realidad económica, productiva y tecnología del sur del país para la propuesta de carreras que generen solución a los problemas.

- Atención prioritaria al soporte académico con relevancia a la infraestructura y a la tecnología que permitan que docentes y alumnos disfruten de los procesos enseñanza – aprendizaje.
- Fomento de la investigación formativa como medio para determinar problemas sociales y proyectos que propongan soluciones a los mismos.
- Trabajo efectivo en la administración y gestión de la institución enmarcado en lo contenido en las leyes y reglamentos que rigen en el país en lo concerniente a educación y a otros ámbitos legales que le competen.
- Desarrollo de proyectos de vinculación con la colectividad y preservación del medio ambiente; como compromiso de la búsqueda de mejores formas de vida para sectores vulnerables y ambientales.

#### **7.1.4 *Objetivos Institucionales.***

Los objetivos del Tecnológico Sudamericano tienen estrecha y lógica relación con las políticas institucionales, ellos enfatizan en las estrategias y mecanismos pertinentes:

- Atender los requerimientos, necesidades, actitudes y aptitudes del estudiante mediante la aplicación de procesos de enseñanza – aprendizaje en apego estricto a la pedagogía, didáctica y psicología que dé lugar a generar gente de talento.
- Seleccionar, capacitar, actualizar y motivar a los docentes para que su labor llegue hacia el estudiante; por medio de la fijación legal y justa de políticas contractuales.
- Determinar procesos asertivos en cuanto a la gestión académica en donde se descarte la improvisación, los intereses personales frente a la propuesta de nuevas carreras, así como de sus contenidos curriculares.
- Adecuar y adquirir periódicamente infraestructura física y equipos tecnológicos en versiones actualizadas de manera que el estudiante domine las TIC'S que le sean de utilidad en el sector productivo.

- Priorizar la investigación y estudio de mercados; por parte de docentes y estudiantes aplicando métodos y técnicas científicamente comprobados que permitan generar trabajo y productividad.
- Planear, organizar, ejecutar y evaluar la administración y gestión institucional en el marco legal que rige para el Ecuador y para la educación superior en particular, de manera que su gestión sea el pilar fundamental para lograr la misión y visión.
- Diseñar proyectos de vinculación con la colectividad y de preservación del medio ambiente partiendo del análisis de la realidad de sectores vulnerables y en riesgo de manera que el Tecnológico Sudamericano se inmiscuya con pertinencia social.

## Estructura del Modelo Educativo y Pedagógico

**Figura 2**

*Estructura del modelo pedagógico del ISTS*



*Nota.* Imagen obtenida de la página oficial de la institución

### 7.1.5 Plan estratégico de desarrollo

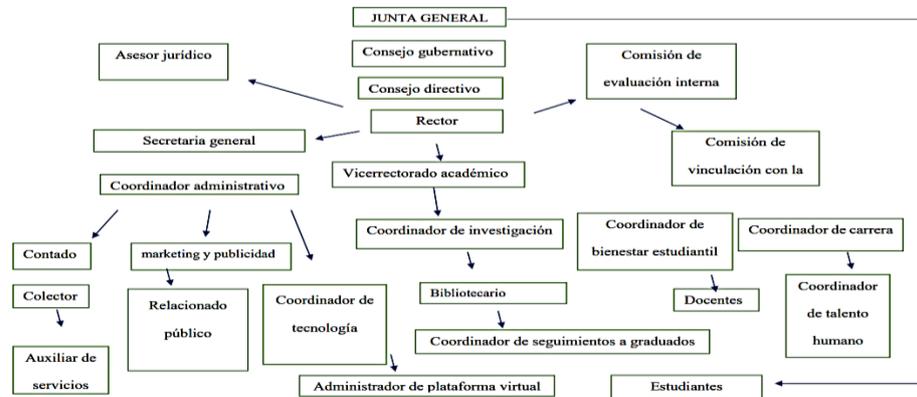
El Instituto Tecnológico Superior Sudamericano cuenta con un plan de desarrollo y crecimiento institucional trazado desde el 2016 al 2020; el cual enfoca puntos centrales de atención a los que se refiere en lo siguiente:

- Optimización de la gestión administrativa

- Optimización de recursos económicos
- Excelencia y carrera docente
- Desarrollo de investigación a través de su modelo educativo que implica proyectos y productos integradores para que el alumno desarrolle: el saber ser, el saber y el saber hacer
- Ejecución de programas de vinculación con la colectividad
- Velar en todo momento por el bienestar estudiantil a través de: seguro estudiantil, programas de becas, programas de créditos educativos internos, impulso académico y curricular.
- Utilizar la TIC`S como herramienta prioritaria para el avance tecnológico.
- Automatizar sistemas para operatividad y agilizar procedimientos.
- Adquirir equipo, mobiliario, insumos, herramientas, modernizar laboratorios a fin de que los estudiantes obtengan un aprendizaje significativo.
- Rendir cuentas a los organismos de control como CES, SENESCYT, CEAACES, SNIESE, SEGURO SOCIAL, SRI, Ministerio del trabajo; CONADIS, docentes, estudiantes, padres de familia y la sociedad en general.
- Adquirir el terreno para la edificación de un edificio propio y moderno hasta finales del año dos mil quince.

**Figura 3**

*Estructura organizacional del ISTS*



Nota. Imagen obtenida por secretaria del ISTS

## 7.2 Marco conceptual

### 7.2.1 *Generador de hidrógeno*

El generador de hidrógeno es un dispositivo utilizado para producir hidrógeno a través de agua.

Un generador de hidrógeno es un dispositivo que separa el hidrógeno y el oxígeno del agua, de manera que el gas de hidrógeno puede ser utilizado en diversas aplicaciones y pueden ser en los motores de: Motos, camiones, plantas de Luz, excavadoras, trenes, barcos y aviones y más en el campo automotor, puesto que puede aportar con la reducción de gases contaminantes producto de la combustión. Está compuesto por varias placas y láminas en donde se comunican con el electrólito que es suministrado por un conducto proveniente del depósito de agua destilada, cuando al generador se le aplica un voltaje la corriente que por el electrolito circula hace que se separe el hidrógeno y el oxígeno del agua en forma de gas mediante un proceso llamado electrólisis (Suárez, 2018, p. 23)

### 7.2.2 *Hidrógeno*

Elemento químico más abundante en el universo de número atómico 1, es un gas diatómico a temperatura ambiente, inflamable, incoloro e inodoro es el

elemento químico más ligero su isotopo más abundante está constituido por un par protón. En condiciones normales de presión y temperatura forman un gas diatómico. (Prades, 2010, pp. 52-53)

**Tabla 1.**

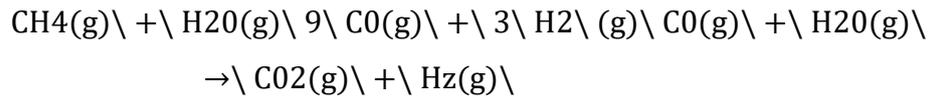
*Propiedades del hidrógeno*

<b>Propiedades físicas y químicas del hidrógeno</b>	
Peso molecular	2,016
Temperatura critica	-239,86°c
Temperatura de ebullición (1013 bar)	-252, 7° C
Densidad gas (20°C,1 atm)	0,0838g/l
Presión critica	13,1 bar
Peso específico (aire=1)	0,0695
Densidad del líquido (-252,8)	0,0708kg/l
Auto- ignición en aire	571,2° C
R. inflamabilidad en O2	4,0 – 94,0%
R. inflamabilidad en aire	4,0 – 74,5 %
Calor latente de vaporización	216 cal/g
Solubilidad del agua (81,013 bar – 20° C)	0,00018

*Nota.* Imagen tomada de la tesis “montaje, análisis y monitoreo de un sistema generador de hidrógeno como economizador de combustible en un vehículo Nissan coupé 1200”

**7.2.3 Obtención del hidrógeno**

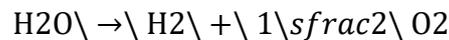
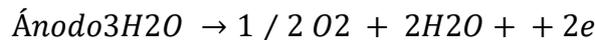
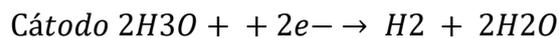
La mayor parte del hidrógeno se obtiene a partir del reformado de gas natural (u otros hidrocarburos) con vapor de agua, aunque se pueden utilizar otros métodos para la obtención de esta fuente de energía alternativa. Reformado de gas natural con vapor de agua El 76 % del hidrógeno que se utiliza se obtiene a partir del reformado de gas natural El proceso tiene lugar en dos etapas: en la fase inicial el gas natural, cuyo principal componente es metano, reacciona con vapor de agua en presencia de un catalizador obteniéndose hidrógeno y monóxido de carbono (gas de síntesis). En la segunda etapa el monóxido de carbono es tratado con una corriente de vapor de agua a alta temperatura produciéndose hidrógeno adicional y dióxido de carbono. Las reacciones químicas producidas durante el proceso son:



La mayoría del hidrógeno empleado por la industria petroquímica se genera de esta forma. El proceso tiene una eficiencia energética entre el 70-90 %. La eficiencia energética es el conjunto de condiciones óptimas que permite obtener un servicio con la mínima aportación de energía. (Gutierrez, 2005)

#### 7.2.4 *Electrólisis*

El proceso de electrólisis consiste en hacer pasar una corriente eléctrica a través del agua produciendo la disociación de la misma en sus elementos, el hidrógeno y el oxígeno. El hidrógeno se acumula en el cátodo de la celda electrolítica y el oxígeno en el ánodo. La reacción que se produce es:



El proceso resulta más caro que el reformado del gas natural, por lo que no se utiliza para obtener hidrógeno a gran escala, aunque se obtiene hidrógeno de gran pureza. (Olmedo, 2008, p. 78)

#### 7.2.5 *Uso del hidrógeno:*

Es el combustible más “limpio” puesto que su producto de combustión es agua.  
- Su contenido de energía por unidad de peso es más alto que cualquier otro combustible, esto permite la combustión a altas relaciones de compresión y con alta eficiencia en máquinas de combustión interna. No es tóxico, ni contaminante. (Olmedo, 2008, p. 78)

#### 7.2.6 *El hidrógeno como combustible*

El hidrógeno se vislumbra como fuente energética sustituida de los combustibles fósiles, especialmente en el sector de la automoción.

Debido a la necesidad que se tiene actualmente por reducir el nivel de contaminantes presente en la atmosfera. ya que estos son los principales causantes de problemas como el efecto de invernadero, la variación de los regímenes climatológicos, entre otros que están afectando seriamente a la humanidad.

La solución se encuentra en cambiar de base energética utilizando un combustible con el cual se puede eliminar o reducir notablemente las emisiones de contaminante a la atmosfera y esto es precisamente lo que se lograría con el uso de una fuente alterna de energía.

El combustible que se propone como solución es el hidrógeno. Se ha seleccionado al hidrógeno como el combustible que puede dar solución de dichos problemas debido a que:

- El hidrógeno cuya base de obtención es el agua, es muy abundante y puede ser utilizado tanto en países energéticamente pobres como en los ricos. El petróleo crudo y el gas natural son abastecedores de energía limitada.
- El hidrógeno puede ser utilizado como recursos energéticos.
- El hidrógeno puede sustituir a los combustibles utilizados actualmente.
- Los productos de combustión son considerados no contaminantes o contaminantes en muy bajo grado. (Martinez, 2014, pp. 19-20)

### ***7.2.7 Funcionamiento del sistema generador de hidrógeno***

El generador de hidrógeno utiliza este átomo tan pequeño y volátil, esta característica hace que entre y se mezcle fácilmente con la gasolina dentro del cilindro donde entra una mezcla de pequeñas gotitas de gasolina sin embargo lo que prende es la fase de vaporización totalmente ayudada por el hidrógeno.

Otra particularidad del hidrógeno es su extrema inflamabilidad y poder detonante de empuje porque el hidrógeno es 2,5 veces más potente que la gasolina. Dentro del cilindro al momento de la admisión entra una nube o rocío

de gotitas de combustible mezcladas con aire. Esa mezcla es comprimida e inflamada por una chispa generada por la bujía. Sin embargo, antes que logre inflamarse toda la mezcla, ya se ha abierto la válvula de escape y parte de la gasolina, simplemente escapa sin quemar o parcialmente quemada o se quema en el convertidor catalítico, pero por lo general sale a la atmosfera.

Al instalar el generador de hidrógeno, este entra rápidamente dentro del cilindro distribuyéndose inmediatamente en todos los espacios disponibles, cuando la chispa enciende la mezcla, la velocidad de la flama mucho mayor del hidrógeno. Hace que la flama se extienda uniforme y más rápidamente dentro del cilindro, encendiéndose no solo el hidrógeno sino todo lo que hay alrededor de tal forma que cuando la válvula de escape se abra, esta vez ya estará totalmente quemada.

Al ser comprimido conjuntamente con el aire y el combustible tradicional refrigera la mezcla, controlando la temperatura de compresión de la gasolina. Al ser controlada la temperatura de compresión se elimina la contrapresión que se presenta por el fenómeno de explosión del combustible, antes de que el pistón llegue al punto muerto superior (PMS) (Martinez, 2014, pp. 27-28)

### **7.2.8 Sistema eléctrico**

La alimentación que requiere el generador de hidrógeno es de 12v suministrada por un relay de la bomba de combustible (#86 o #87) del mismo vehículo o a su vez a un fusible de accesorios ya que el dispositivo electrónico reducirá 3.5v lo cual es activado y desactivado al momento de encender y apagar el vehículo. Al ser activado la corriente llega al generador de hidrógeno y produce de esa manera, la separación del hidrógeno del agua con el bicarbonato, mediante el proceso llamado electrolisis.

### **7.2.9 Sistema hidromecánico**

El generador tiene dos conductos, un conducto para la entrada y recarga del agua bicarbonatada proveniente del depósito que va situada a la altura del generador. Un conducto para la salida del hidrógeno, los cuales van a dar al sistema de admisión. El depósito debe ser completamente cerrado para que no exista fugas de hidrógeno.

### ***7.2.10 Ventajas y desventajas del uso del hidrógeno como combustible.***

#### **Ventajas**

- El hidrógeno es un combustible extraído del agua, la cual es un recurso muy abundante en el mundo.
- La combustión de hidrógeno con el aire es limpia, evitando así la contaminación del medio ambiente.
- Los productos de la combustión son en su mayoría vapores de agua, los cuales son productos no contaminantes.
- Las razones por las cuales se considera la combustión del hidrógeno como una combustión limpia, son las siguientes:
- Los productos de la combustión del hidrógeno con aire son: vapor de agua y residuos insignificantes donde la máxima temperatura es limitada. Algunos óxidos de nitrógeno son creados a muy altas temperatura de combustión (2000 °C), afortunadamente, la temperatura de autoignición del hidrógeno es solamente de 585 °C
- Una máquina de combustión interna que utiliza hidrógeno como combustible puede ser ajustada para que la emisión de NOx sea 200 veces menor que la de los vehículos actuales. Una forma práctica para controlar la temperatura de combustión consiste en inducir agua a la mezcla hidrógeno – aire. Con la inyección de agua, el escape de los vehículos manejados con hidrógeno es simplemente vapor de agua que retorna a la atmosfera sin contaminar el aire ni producir lluvia acida.

#### **Desventajas**

- El principal problema del hidrógeno es que solo existen cantidades mínimas o trazas del gas natural.
- Como no es un combustible primario entonces se incurre en un gasto para su obtención.

- Requiere de sistemas de almacenamiento costos y aun poco desarrollo
- Elevado gasto de energía en la licuefacción de hidrógeno
- Elevado precio del hidrógeno puro (Martinez, 2014, págs. 20-21)

### ***7.2.11 Tipos de celdas electrolíticas***

Una fuente de poder eléctrica es conectada a 2 electrodos hechos de algún metal inerte como platino o aceros inoxidable como el platino o aceros inoxidable, los cuales son puesto en el agua. En una celda propiamente diseñada, el hidrógeno aparecerá en el cátodo (el electrodo negativamente cargado, donde los electrones son bombeados al gua) y el oxígeno aparecerá en el ánodo (el electrodo positivamente cargado). La cantidad de hidrógeno incubado es el doble que la de oxígeno y entre ambas son proporcionales al total de cargar eléctrica que fue legada por el agua.

En la industria automotriz existe 2 tipos de celdas (húmedas y secas) para conseguir las electrolisis conocidas como celdas electrolíticas, las cuales se fabrican en acero inoxidable. (Pesántez, 2021, pp. 65-66)

### ***7.2.12 Celdas húmedas de hidrógeno***

Es un tipo de celdas que consta de electrolito líquido que fluye con soltura, por lo que en sus terminales de pila esta conectados con la carga provocando una hipersensibilidad química entre el electrolito, el plomo y el óxido de plomo. Esta hipersensibilidad química provoca el derramamiento de electricidad a la carga a través de terminales que incluso conducen a la anulación del ácido sulfúrico de la posibilidad que se refuerza a las placas. Son las más sencillas de machihembran, pero poco capaces. Estas celdas están formadas por láminas de acero y por aislante de plástico. (Pesántez, 2021, pp. 65-66)

### ***7.2.13 Celdas secas de hidrógeno***

Estas celdas son un diseño y prototipo más eficiente, fácil de usar que una celda sumergida o húmeda la cual se caracteriza por que a misma celda es el contenedor. El agua transita en el interior de la celda seca sale convertida en

gas de hidrógeno y oxígeno. Estas celdas son recomendadas para construir por ser más eficiente.

Para poner en marcha el generador básicamente utiliza agua destilada y una corriente de 12v ya sea de una batería o de una fuente rectificadora a través del transcurso de la electrolisis, el generador entrega por separado el oxígeno y el hidrógeno, siendo enviado el gas de hidrógeno al ingreso de aire del motor donde se va fusionar con la mezcla estequiométrica y seguidamente a combustión el motor ya con la mezcla. (Pesántez, 2021, pp. 67)

#### ***7.2.14 Ciclo Otto de cuatro tiempos***

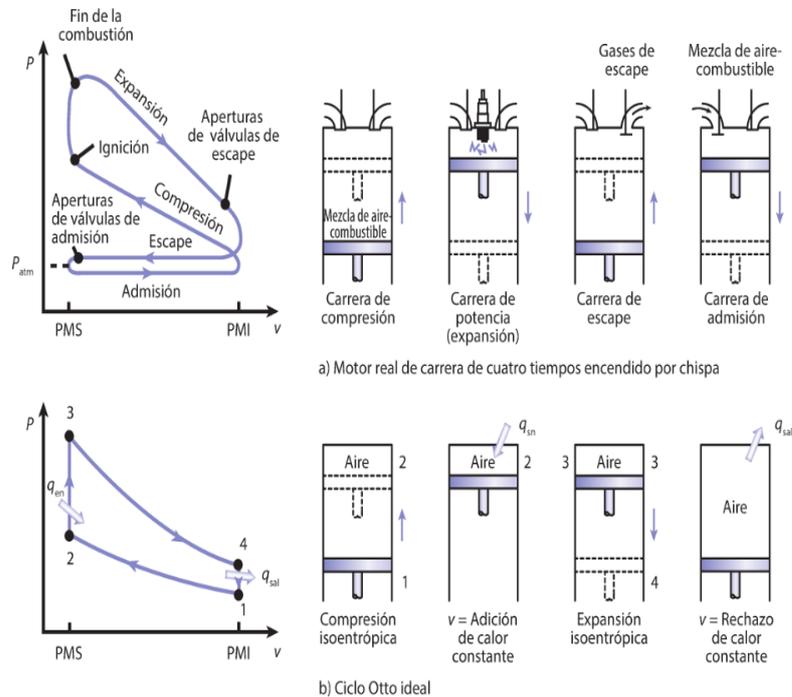
La principal característica del motor de ciclo Otto es que el combustible, ya esté en estado gaseoso o en estado líquido, se mezcla con la cantidad de aire necesaria para que se produzca la combustión. La mezcla de aire y combustible es admitida en el cilindro por el movimiento descendente del pistón. El encendido de la mezcla se produce en el instante en el que salta la chispa eléctrica.

El ciclo de cuatro tiempos de un motor que funciona según el ciclo Otto incluye las siguientes fases:

- Admisión de la mezcla de aire y combustible necesaria para llevar a cabo el ciclo de funcionamiento en el cilindro.
- Compresión de la mezcla.
- Combustión de la mezcla al saltar la chispa entre los electrodos de la bujía.
- Expansión de los gases quemados en el interior del cilindro.
- Expulsión de los gases quemados a través de los conductos de escape. (Secundino, 2011, p. 63)

## Figura 4

### Ciclo termodinámico otto



Nota. Imagen obtenida del libro termodinámica para ingenieros, página 168

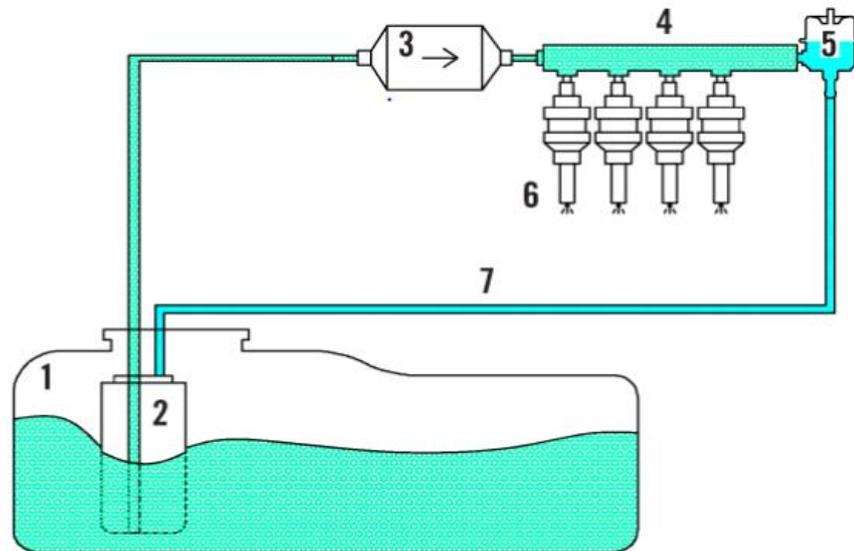
### 7.2.15 Sistema de alimentación de combustible

Es el encargado de recibir, almacenar y proporcionar el combustible para el funcionamiento del motor. Proporcionar en forma dosificada el combustible necesario para todos los regímenes de funcionamiento del motor, ya sea en ralentí, velocidad media y plena carga.

Se considera una mezcla normal cuando la proporción es de 1 gramo de gasolina por 14.7 gramos de aire para los motores de explosión y de 1 gramo de gasoil por cada 18 gramos de aire para los Diesel. (Martinez, 2014, p. 9)

## Figura 5

### *Sistema de gasolina con electrobomba interior*



*Nota.* Imagen obtenida del libro mantenimiento de sistema auxiliares del motor ciclo otto, pagina 195.

La gasolina contenida en el depósito es bombeada y filtrada hasta llegar a la rama de inyección (4), que es un conducto común (common rail, en inglés) donde se conectan los inyectores. Para mantener una presión estable en el circuito de gasolina se instala un regulador de presión (5), retornando la gasolina por el conducto (7) hasta el depósito de gasolina (1). Los inyectores (6) son electroválvulas accionadas eléctricamente por la UCE que inyectan la gasolina en el conducto de admisión o la cámara de combustión (inyección directa). (Melchor, 2012, p. 195)

### **7.2.16 Sistema de encendido**

Los sistemas de encendido tienen como objetivo generar un arco eléctrico entre los electrodos de una bujía. Este arco es el encargado de iniciar la combustión de mezcla aspirada por los pistones dentro de los cilindros del motor y comprimida dentro de la cámara de combustión.

El encendido es la fase que da inicio al fenómeno de la combustión siendo muy importante el instante en que se establece la chispa detonante en la bujía. (Cárdenas, 2006)

### **7.2.17 Resistencia a la detonación u octanaje.**

Es una de las especificaciones más importantes de una gasolina, depende de su composición química y representa una medida de la resistencia a la autoignición del combustible. La detonación prematura de la gasolina, antes de que la produzca la chispa entre los electrodos de la bujía, genera frentes de llama con direcciones opuestas que frenan el movimiento ascendente del pistón. (Murillo, Gallegos, 2015)

### **7.2.18 Poder calorífico**

El hidrógeno tiene un poder calorífico superior a la gasolina, por lo tanto, es un combustible más eficiente en relación al volumen de la gasolina que se debe utilizar para realizar el mismo trabajo dentro de la cámara de combustión. (Guillermo G. Reyes, 2018, p. 20)

### **7.2.19 Ficha técnica del vehículo**

CHERY QQ 1.1 - MODELO 2013

**Tabla 2.**

*Ficha técnica del vehículo*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CARACTERÍSTICA</b>
Velocidad máxima (km/h)	140 km/h
Aceleración 0-100 km/h (s)	13.2 s
Consumo urbano (l/100 km)	11.8km/l
Consumo extraurbano (l/100 km)	13.9 km/l
Tipo de carrocería	Hatchback
Numero de puertas	5
Largo / ancho / alto	3550 / 1495 / 1485
Peso (kg)	890
Capacidad del depósito de combustible	38 L
Combustible	Gasolina
Potencia máxima Hp / kW / rpm	67 / 50 / 6000
Par máximo Nm / lb-ft	90.0 Nm / 66lb-ft
Situación	Transversal
Numero de cilindros	4 cilindros

X Diámetro * carrera (mm)	72 x 66.5 mm
Relación de compresión	9.5:1
Cilindrada (cm3)	1083 cm3
Tracción	Delantera
Caja de cambios	5 velocidades, Manual
Suspensión delantera	McPherson
Suspensión trasera	Eje rígido, resortes y barra Panhard
Frenos delanteros	Disco
Frenos traseros	Tambor
Neumáticos - diámetro	155/65R13

---

*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

## **8. Diseño metodológico**

### **8.1 Metodología y técnicas de investigación**

#### **8.1.1 *Método fenomenológico.***

Este método permite que el investigador se acerque a un fenómeno tal como sucede en una persona, de modo que se accede a la conciencia de alguien para aprehender lo que esa conciencia pueda manifestar con referencia a un fenómeno que esa persona vivió. (Lohmar, 2007)

Este metodo inicia con la comprensión de como existe afectaciones en la sociedad al utilizar combustibles folises acontinuación por medio de las encuestas se logra ver el conocimiento acerca del dispositivo generador de hidrógeno concluyendo con el análisis que permita demostrar la utilización de comburentes ecologicos como es el uso de hidrógeno

#### **8.1.2 *Método hermenéutico.***

Este método permite penetrar en la esencia de los procesos y fenómenos de la naturaleza, la sociedad y el pensamiento al ofrecer un enfoque e instrumento metodológico para su interpretación desde niveles de comprensión y explicación que desarrolle la reconstrucción (interpretación) del objeto de investigación y su aplicación en la praxis social. La ciencia se comienza a construir desde la observación y la interpretación de sus procesos, y es aquí donde se erige la hermenéutica como un enfoque metodológico que atraviesa toda la investigación científica. (Matos Hernández, 2016, p. 18)

Este método inicia con investigaciones acerca del uso de comburente eco-amigables que son combinados con el combustible fósil, continuando con los beneficios que representa una economización de combustible, emisiones de gases menores y una limpieza del motor concluyendo con la recopilación de información para demostrar la funcionalidad de este sistema generador de hidrógeno

### **8.1.3 Método práctico proyectual.**

En toda dificultad lo primero que debemos hacer es definir la incógnita en su conjunto. Servirá para definir los límites en los que deberá moverse el diseñador. Definido el tipo de inconveniente se decidirá entre las distintas soluciones: una provisional o una definitiva, una solución puramente comercial o una que perdure en el tiempo, una solución técnicamente sofisticada o una sencilla y económica. Descomponer la interrogante en sus diversos elementos. Esta operación facilita la proyección, ya que tiende a descubrir los obstáculos particulares que se ocultan tras los subproblemas ordenados por categorías. Una vez resueltos los pequeños problemas de uno en uno (y aquí empieza a intervenir la creatividad, abandonando la idea de buscar una idea), se recomponen de forma coherente a partir de todas las características funcionales de cada una de las partes. (AICHER, 2007)

Este método se lo ejecutará a base de un manual de análisis y adaptación de un sistema generador de hidrógeno como economizador de gasolina, el cual permitirá realizar una evaluación comparativa de consumo y emisiones contaminantes de tal manera que se pueda dar a conocer los resultados de su viabilidad para su posterior uso permanente en un vehículo a gasolina, de esta manera logrando la respectiva argumentación y defensa del proyecto investigativo frente al tribunal designado por el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano con la finalidad de obtener el título de tecnólogos en la carrera de mecánica automotriz. .

### **8.1.4 Observación**

Es el procedimiento experimental más excelencia, el más primitivo y al mismo tiempo el más usado. Esta es una manera de crear una relación específica y profunda entre investigadores y actores sociales, de los cuales se obtienen datos que luego se almacenan para el desarrollo de la investigación. (Fabbri, 2013)

Por medio de esta técnica común y eficaz vamos a poder corroborar la información que necesitemos para el desarrollo investigativo acerca del uso de un dispositivo generador de hidrógeno aplicando una observación más a detalle en equipos diseñados para analizar y medir ciertos parámetros establecidos en el esquema

técnico del consumo de combustible y niveles permitidos en cuanto a emisiones de gases contaminantes que produce el motor de vehículo a gasolina.

### **8.1.5 Encuesta**

Una de las técnicas de investigación social más utilizadas en el campo de la sociología y las ciencias sociales han trascendido el campo de la investigación científica rigurosa. Esta herramienta esencial del trabajo científico es un método de investigación en el que intervienen de manera coordinada varias técnicas específicas. (Lopez,Roldan, 2016, p. 5)

Esta técnica nos permitirá recopilar información vital para medir el grado aceptación y conocimiento en cuanto se refiere al uso del hidrógeno como aditivo a la gasolina convencional además nos facilitará con asesoramiento para iniciar un emprendimiento a nivel local dicha encuesta será dirigida a la flota de taxis convencionales legalmente autorizados en la ciudad de Loja; el total de encuestados se determinará con el muestreo planteado.

## **8.2 Determinación del universo y de la muestra**

Mediante los datos obtenidos de la publicación realizada en el año 2021 en un reportaje del periódico la hora, indican el número total de taxis convencionales autorizados en la ciudad de Loja es de 1677 unidades. (Hora, 2021)

### **8.2.1 Formulación de la muestra**

La población es el número completo de individuos con características afines que conforman los posibles participantes de nuestro estudio. En la fórmula la población es representada con la letra N

La muestra es la cantidad representativa de esa población y se indica con la letra n.

El margen o posibilidad de error es la diferencia que pueda darse entre los resultados obtenidos con la muestra y los que se hubiesen obtenido si la encuesta se aplicara a toda la población. Lo ideal es que el margen de error ronde el 5 %. Este es representado con la letra e.

El porcentaje de confianza es el nivel de certeza que ofrecen los resultados expuestos. Se simboliza con la letra Z

Como se puede notar el margen de error y el porcentaje de confianza son dependientes. Si el nivel de certeza deseado por el investigador es de 97 %, su margen de error será de 5 %. Esto también influye en el tamaño de la muestra, pues a mayor confianza, el número de la muestra será más elevado y viceversa. (Anónimo, 2016)

**Datos:**

n = Tamaño de la muestra.

N = Taxis convencionales autorizados (Loja) 1677

Z = Nivel de confianza. 1,96

P = Probabilidad de éxito. 50% = 0, 50

Q = Probabilidad de fracaso. 50% = 0,50

E = Margen de error. 5% = 0, 05

$$n = \frac{N * z^2 * P * Q}{[(N - 1) * E^2] + (z^2 * P * Q)}$$

$$n = \frac{1677 * (1,96)^2 * 0,50 * 0,50}{[(1677 - 1) * (0,05)^2] + ((1,96)^2 * 0,50 * 0,50)}$$

$$n = \frac{1667 * (1,96)^2 * 0,50 * 0,50}{[(1676) * (0,05)^2] + ((1,96)^2 * 0,50 * 0,50)}$$

$$n = \frac{1.610.5908}{4.19 + 0.9604}$$

$$n = \frac{1.610.5908}{5.1504}$$

$$n = 312$$

### 8.3 Análisis de resultados: cuantitativos y/o cualitativos

#### 1. Cuánto gasta usted semanalmente en combustible para su vehículo

**Tabla 3.**

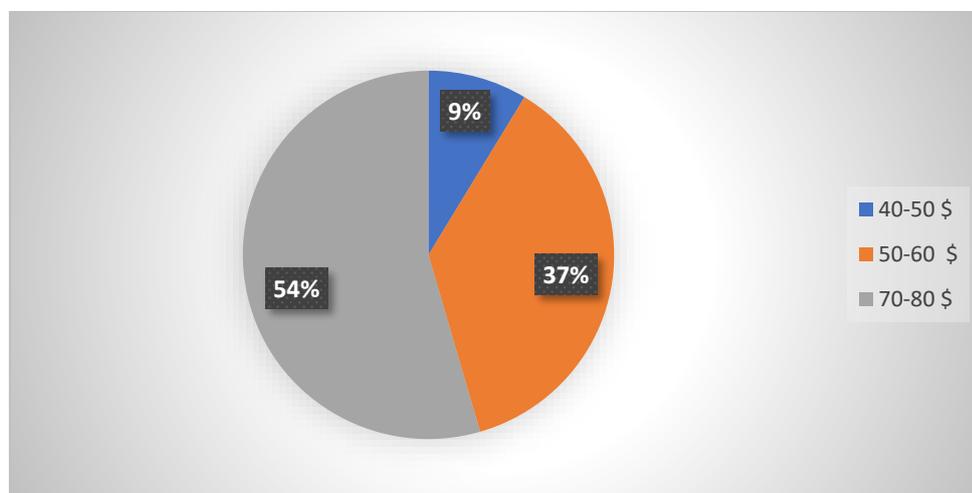
*Pregunta 1*

Variable	Frecuencia	Porcentaje
40-50\$	0	0%
50-60\$	20	6%
70-80\$	68	22%
Mas de 80\$	224	72%
<b>Total</b>	<b>312</b>	<b>100%</b>

*Nota.* Tabulación de resultados de la encuesta realizada a los taxis convencionales autorizados de la ciudad de Loja, desarrollada por los autores.

**Figura 6**

*Pregunta 1*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

#### **Cuantitativo**

Del 100% de taxis convencionales autorizados encuestados que labora en la ciudad de Loja, una gran mayoría representada por el 54 % manifestaron que gastan más de 80\$ semanales, un 37% gasta de 70 a 80\$ y el 9% gasta 50 a 60\$ en combustible.

## Cualitativo

Un número significativo de taxis convencionales autorizados aseveran un gasto elevado semanalmente en combustible; ello denota su inconformidad e intranquilidad y además su deseo de reducir valores económicos en cuanto al uso del mismo.

### 2. Qué tipo de combustible utiliza usted para su vehículo

**Tabla 4.**

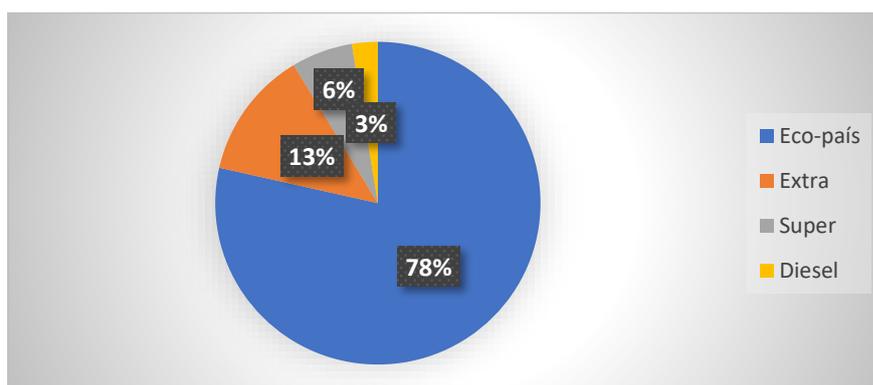
*Pregunta 2*

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Eco-país	245	78%
Extra	40	13%
Super	19	6%
Diesel	8	3%
<b>Total</b>	<b>312</b>	<b>100%</b>

*Nota. tabulación de resultados de la encuesta realizada a los taxis convencionales autorizados de la ciudad de Loja, desarrollada por los autores.*

**Figura 7**

*Pregunta 2*



*Nota. Guamán & Quichimbo, 2022*

## Cuantitativo

Del 100% de taxis convencionales autorizados encuestados que labora en la ciudad de Loja, una gran mayoría representada por el 78 % manifestaron que usan el combustible eco-país, un 13% consume extra, otro 6% super y el 3% utiliza diésel.

## Cualitativo

Un número significativo de taxis convencionales autorizados afirman que en mayor proporción utilizan gasolina eco-país para sus vehículos; ello denota su confianza y conveniencia y además su deseo de contar con un combustible que no afecte su estabilidad económica.

### 3. Sabía usted que el motor de su vehículo produce gases contaminantes

**Tabla 5.**

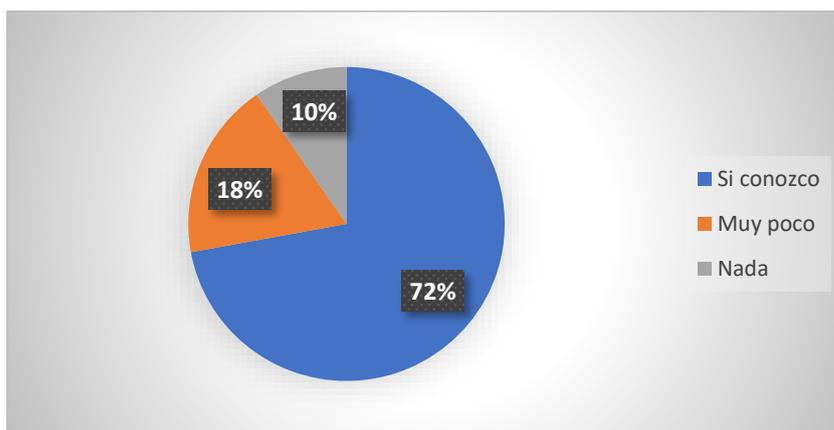
*Pregunta 3*

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Si conozco	225	72%
Muy poco	57	18%
Nada	30	10%
<b>Total</b>	<b>312</b>	<b>100%</b>

*Nota.* Tabulación de resultados de la encuesta realizada a los taxis convencionales autorizados de la ciudad de Loja, desarrollada por los autores.

**Figura 8**

*Pregunta 3*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

## Cuantitativo

Del 100% de taxis convencionales autorizados encuestados que labora en la ciudad de Loja, una gran mayoría representada por el 72% manifestaron que

efectivamente el motor de su vehículo si produce gases contaminantes, un 18% conoce muy poco y el 10% no tiene conocimiento.

### Cualitativo

Un número mayoritario de taxis convencionales autorizados aseveran que su vehículo si produce gases contaminantes; esto expresa su interés y preocupación y además su deseo de reducir la contaminación emitida por los mismos.

#### 4. Cuál de los siguientes combustibles alternativos conoce usted

**Tabla 6.**

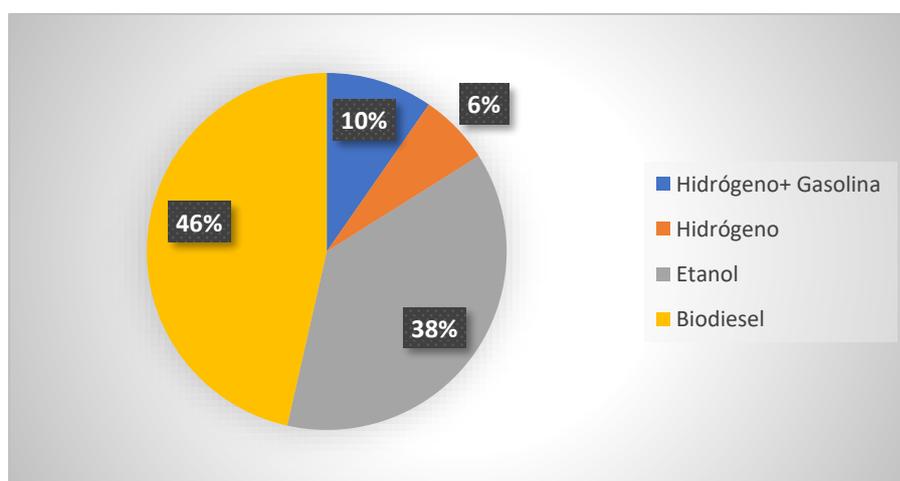
*Pregunta 4*

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Hidrógeno + gasolina	30	10%
Hidrógeno	20	6%
Etanol	117	38%
Biodiesel	145	46%
<b>Total</b>	<b>312</b>	<b>100%</b>

*Nota.* Tabulación de resultados de la encuesta realizada a los taxis convencionales autorizados de la ciudad de Loja, desarrollada por los autores.

**Figura 9**

*Pregunta 4*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

## Cuantitativo

Del 100% de taxis convencionales autorizados encuestados que labora en la ciudad de Loja, una gran mayoría representada por el 46 % manifestaron que el biodiesel es el más conocido, un 38% el etanol, otro 10% de hidrógeno + gasolina y el 6% restante hidrógeno.

## Cualitativo

Un número importante de taxis convencionales autorizados afirman que tienen conocimiento del combustible alternativo biodiesel; ello denota su entendimiento e información actualizada y además su deseo de contar con gran variedad de combustibles electivos.

5. Sabía usted que el hidrógeno puede ser utilizado como combustible

**Tabla 7.**

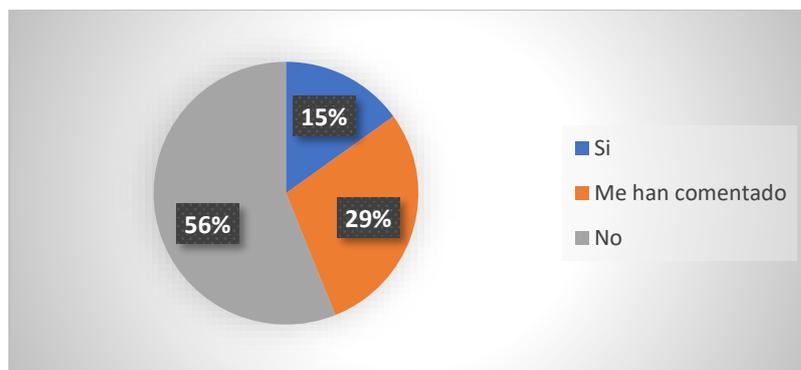
*Pregunta 5*

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Si	47	15%
Me han comentado	90	29%
No	175	56%
<b>Total</b>	<b>312</b>	<b>100%</b>

*Nota.* Tabulación de resultados de la encuesta realizada a los taxis convencionales autorizados de la ciudad de Loja, desarrollada por los autores.

**Figura 10**

*Pregunta 5*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

## Cuantitativo

Del 100% de taxis convencionales autorizados encuestados que labora en la ciudad de Loja, una gran mayoría representada por el 56% expresan que no tienen conocimiento sobre el hidrógeno que puede ser utilizado como combustible, un 29% le han hecho saber y el 15% si conocen.

## Cualitativo

Un número significativo de taxis convencionales autorizados aseguran que no conocen el uso del hidrógeno como combustible; aquello indica su falta de información y conocimiento y además su deseo que tenga mayor difusión acerca de este tipo de este elemento.

6. Conoce usted los beneficios del hidrógeno combinado con la gasolina

**Tabla 8.**

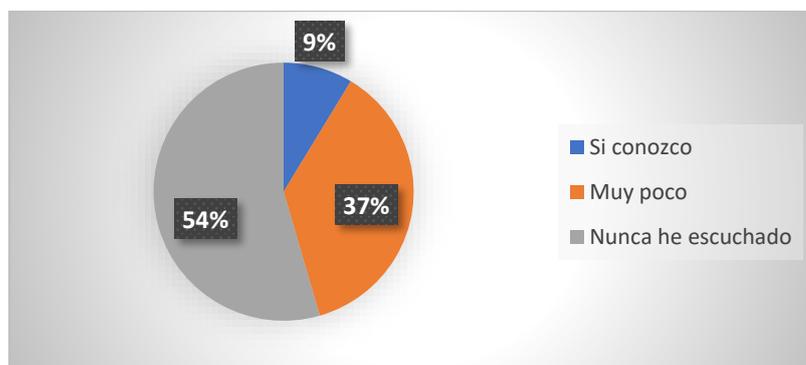
*Pregunta 6*

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Si conozco	27	9%
Muy poco	115	37%
Nunca he escuchado	170	54%
<b>Total</b>	<b>312</b>	<b>100%</b>

*Nota.* Tabulación de resultados de la encuesta realizada a los taxis convencionales autorizados de la ciudad de Loja, desarrollada por los autores.

**Figura 11**

*Pregunta 6*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

## Cuantitativo

Del 100% de taxis convencionales autorizados encuestados que labora en la ciudad de Loja, una gran mayoría representada por el 54% manifestaron que no conocen los beneficios del hidrógeno combinado con la gasolina, un 37% conoce muy poco y el 9% conoce sobre el tema.

## Cualitativo

Un número significativo de taxis convencionales autorizados afirman que no conocen los beneficios del hidrógeno combinado con la gasolina; aquello indica su falta de información y conocimiento y además su deseo que tenga mayor difusión acerca de este tipo de combustible combinado.

7. Conoce usted acerca de los dispositivos generadores de hidrógeno que ahorran combustible

**Tabla 9.**

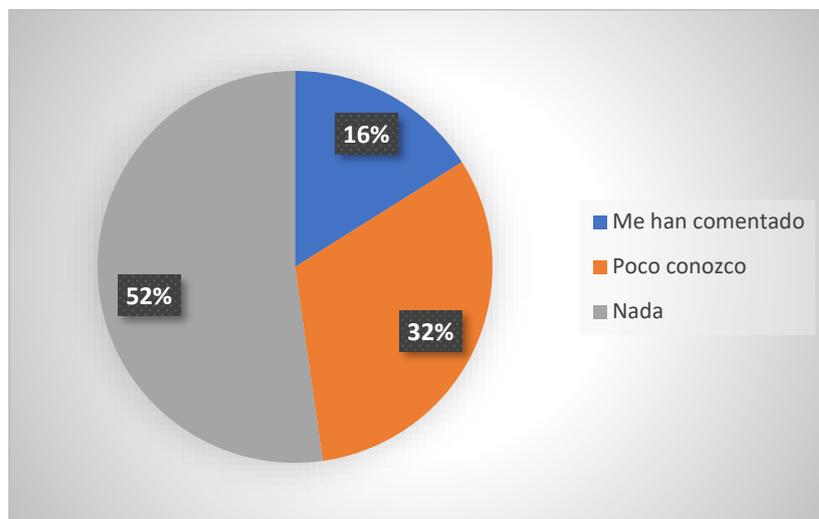
*Pregunta 7*

<b>Variable</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Me han comentado	50	16%
Poco conozco	99	32%
Nada	163	52%
<b>Total</b>	<b>312</b>	<b>100%</b>

*Nota.* Tabulación de resultados de la encuesta realizada a los taxis convencionales autorizados de la ciudad de Loja, desarrollada por los autores.

## Figura 12

### Pregunta 7



Nota. Guamán & Quichimbo, 2022

### Cuantitativo

Del 100% de taxis convencionales autorizados encuestados que labora en la ciudad de Loja, una gran mayoría representada por el 52% manifestaron que no conocen acerca de los dispositivos ahorradores de combustible, un 32% poco enterarse, y el 16% tiene conocimiento sobre ellos.

### Cualitativo

Un número significativo de taxis convencionales autorizados aseguran que no están al tanto de los dispositivos ahorradores de combustible; aquello indica su falta de indagación e interés y además su deseo que tenga mayor dispersión acerca de estos dispositivos

8. Conoce usted o ha escuchado en el cantón Loja el uso de dispositivos generadores de hidrógeno adaptados a un vehículo a gasolina

**Tabla 10.**

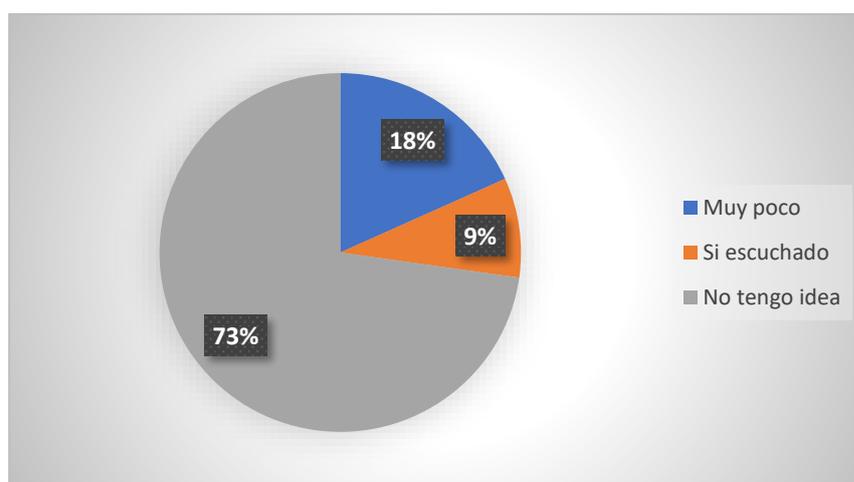
*Pregunta 8*

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Muy poco	57	18%
Si escuchado	28	9%
No tengo idea	227	73%
<b>Total</b>	<b>312</b>	<b>100%</b>

*Nota.* Tabulación de resultados de la encuesta realizada a los taxis convencionales autorizados de la ciudad de Loja, desarrollada por los autores.

**Figura 13**

*Pregunta 8*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

### **Cuantitativo**

Del 100% de taxis convencionales autorizados encuestados que labora en la ciudad de Loja, una gran mayoría representada por el 73 % manifestaron que no han escuchado en la ciudad de Loja acerca de generadores de hidrógeno adaptados a un vehículo localmente, un 18% conoce muy poco y el 9% se ha enterado sobre el tema.

## Cualitativo

Un número significativo de taxis convencionales autorizados aseguran que no han escuchado localmente la instalación de un generador de hidrógeno en un vehículo; ello denota curiosidad e intriga y además su deseo por evidenciar su funcionalidad del equipo adaptado a un vehículo a gasolina.

9. Estaría usted dispuesto a colocar en su vehículo un dispositivo que genere gas de hidrógeno a partir del agua

**Tabla 11.**

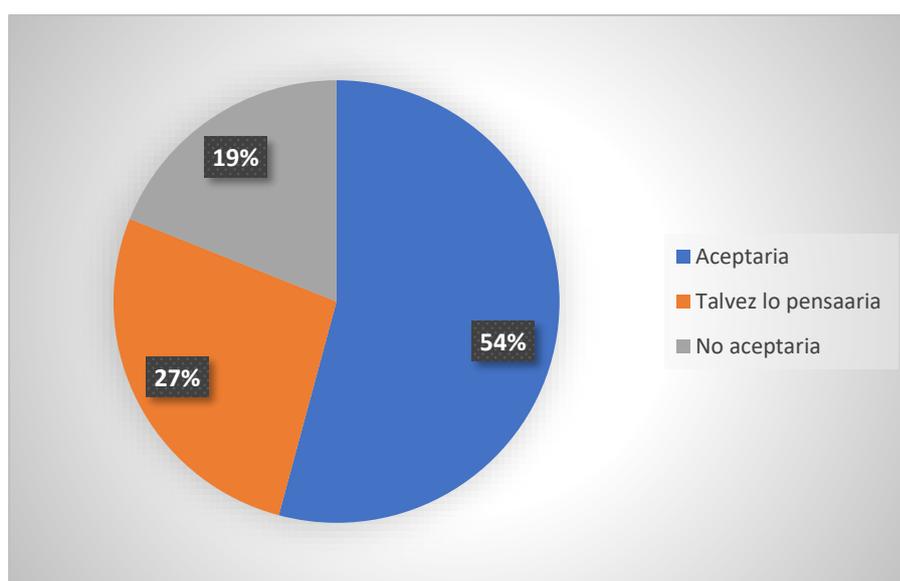
*Pregunta 9*

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Aceptaría	169	54%
Talvez lo pensaría	84	27%
No aceptaría	59	19%
<b>Total</b>	<b>312</b>	<b>100%</b>

*Nota.* Tabulación de resultados de la encuesta realizada a los taxis convencionales autorizados de la ciudad de Loja, desarrollada por los autores.

**Figura 14**

*Pregunta 9*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

## Cuantitativo

Del 100% de taxis convencionales autorizados encuestados que labora en la ciudad de Loja, una gran mayoría representada por el 54% manifestaron que tal vez pensarían adaptar el dispositivo a su vehículo, un 27% aceptaría la instalación y el 19% restante no accede.

## Cualitativo

Un número significativo de taxis convencionales autorizados aseguran que tal vez pensarían en instalar el dispositivo que genere gas de hidrógeno a partir del agua en un vehículo; ello denota interés y veracidad y además su deseo por disponer de un equipo eco ambiental

10. Qué cantidad estaría dispuesto a pagar por un dispositivo generador de hidrógeno que ahorra combustible

**Tabla 12.**

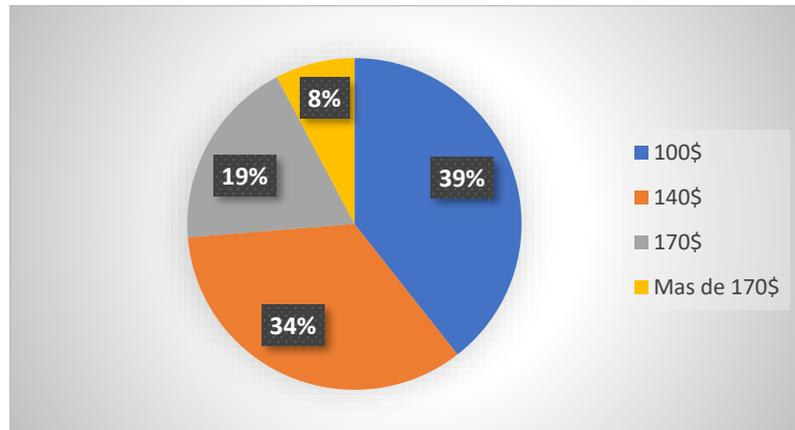
### *Pregunta 10*

<b>Variable</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
100\$	123	39%
140\$	107	34%
170\$	58	19%
Mas de 170\$	24	8%
<b>Total</b>	<b>312</b>	<b>100%</b>

*Nota.* Tabulación de resultados de la encuesta realizada a los taxis convencionales autorizados de la ciudad de Loja, desarrollada por los autores.

## Figura 15

### Pregunta 10



Nota. Guamán & Quichimbo, 2022

### Cuantitativo

Del 100% de taxis convencionales autorizados encuestados que labora en la ciudad de Loja, una gran mayoría representada por el 39 % y el 34% expresaron que el producto debe costar entre 100\$ y 140\$, un 19% manifiesta el valor de 170\$, y el 8% restante más de 170\$.

### Cualitativo

Un número significativo de taxis convencionales autorizados aseguran que el costo del dispositivo sea más asequible en los valores presentados; aquello indica su predisposición y conformidad, además el deseo por contar con un equipo eficiente que no afecte a su economía.

11. Cree usted que es conveniente implementar dispositivos ahorradores de combustible para vehículos a nivel local

**Tabla 13.**

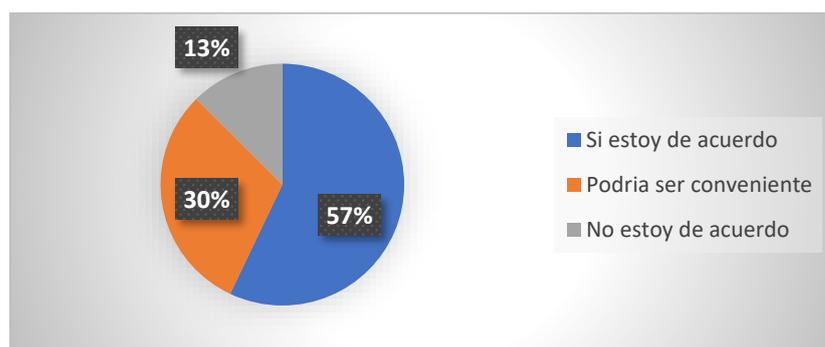
*Pregunta 11*

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Si estoy de acuerdo	178	57%
Podría ser conveniente	93	30%
No estoy de acuerdo	41	13%
<b>Total</b>	<b>312</b>	<b>100%</b>

*Nota.* Tabulación de resultados de la encuesta realizada a los taxis convencionales autorizados de la ciudad de Loja, desarrollada por los autores.

**Figura 16**

*Pregunta 11*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

### **Cuantitativo**

Del 100% de taxis convencionales autorizados encuestados que labora en la ciudad de Loja, una gran mayoría representada por el 57% manifestaron que están de acuerdo en implementar dispositivos que ahorren combustible a nivel local, un 30% expresa que podría ser conveniente, y el 13% restante no está de acuerdo.

### **Cualitativo**

Un número significativo de taxis convencionales autorizados afirman que están de acuerdo que se implemente dispositivos ahorradores de combustible; aquello indica la importancia e interés, además su deseo por disponer con dispositivos que ayuden al medio ambiente y economizar combustible.

## 9. Propuesta práctica de acción

### 9.1 Percepción y definición del problema

Los resultados de la presente investigación serán beneficioso tanto directamente como indirectamente

- Beneficio directo son el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano y estudiantes
- Beneficio indirecto son público general profesionales y artesanos dedicados al área automotriz

La intención de proponer este sistema de generador de combustible es reducir las emisiones de gases contaminantes, el ahorro de combustible y el aumento de potencia. Se toma como punto de partida investigar los diferentes tipos de dispositivos generadores de hidrógeno existentes por proveedores a nivel nacional, luego de algunas indagaciones se eligió el sistema de hidrógeno ofertado por la empresa Hidroxi Energy Ec esto va resultar conveniente tanto por su precio, diseño y garantía.

Consecuentemente se utilizará el vehículo designado para realizar la adaptación del sistema generador de hidrógeno previamente se da inicio a la realización de tres tipos de pruebas para realizar un análisis comparativo antes sin el dispositivo y después con el dispositivo a continuación se detalla las pruebas ejecutadas.

- **Prueba de potencia y torque:** Se va a ejecutar en un banco dinamométrico en la ciudad de Cuenca en los laboratorios de la UPS para sacar valores reales antes y después de instalar el sistema generador de hidrógeno cuyos resultados nos van permitir hacer una comparación para determinar si existe o no un aumento de potencia en el vehículo.
- **Prueba de emisiones de gases:** Se va a efectuar en un analizador de gases en el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano que cuenta con este equipo en sus laboratorios para visualizar sus valores de contaminación antes y después del dispositivo adaptado que nos ayudara hacer una comparativa si en realidad existe o no una disminución de niveles de emisiones contaminantes.

- **Prueba de consumo:** Se va a realizar pruebas de ruta mediante un scanner inalámbrico en un recorrido de 50km a un régimen de conducción de carga media dentro de la ciudad de Loja, estas pruebas de recorrido nos servirán como dato para establecer el consumo del antes y después del dispositivo adaptado lo cual nos permitirá comprobar si existe o no un ahorro de combustible en el vehículo.

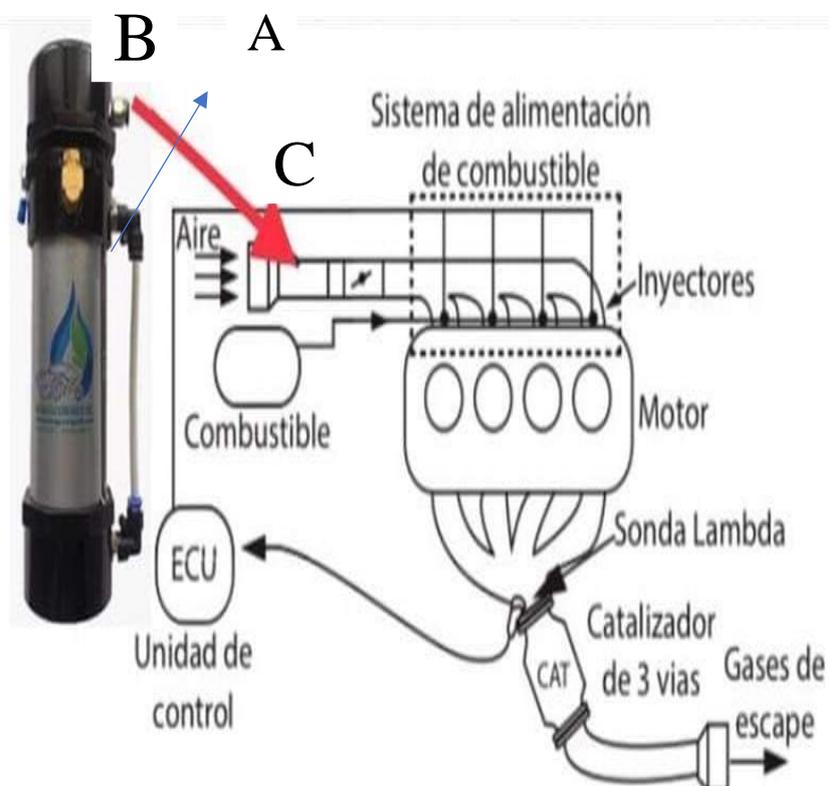
Seguidamente se procedió a efectuar la adaptación del sistema generador de hidrógeno con el equipo y herramientas necesarias para trabajar en el vehículo asignado, la adaptación se la ejecutara de acuerdo al procedimiento que detalla el manual de instalación del dispositivo.

## 9.2 Diseño de la propuesta

### 9.2.1 Boceto

**Figura 17**

*Sistema generador de hidrógeno*



*Nota:* Emitido por la empresa Hidroxy Energy Ec

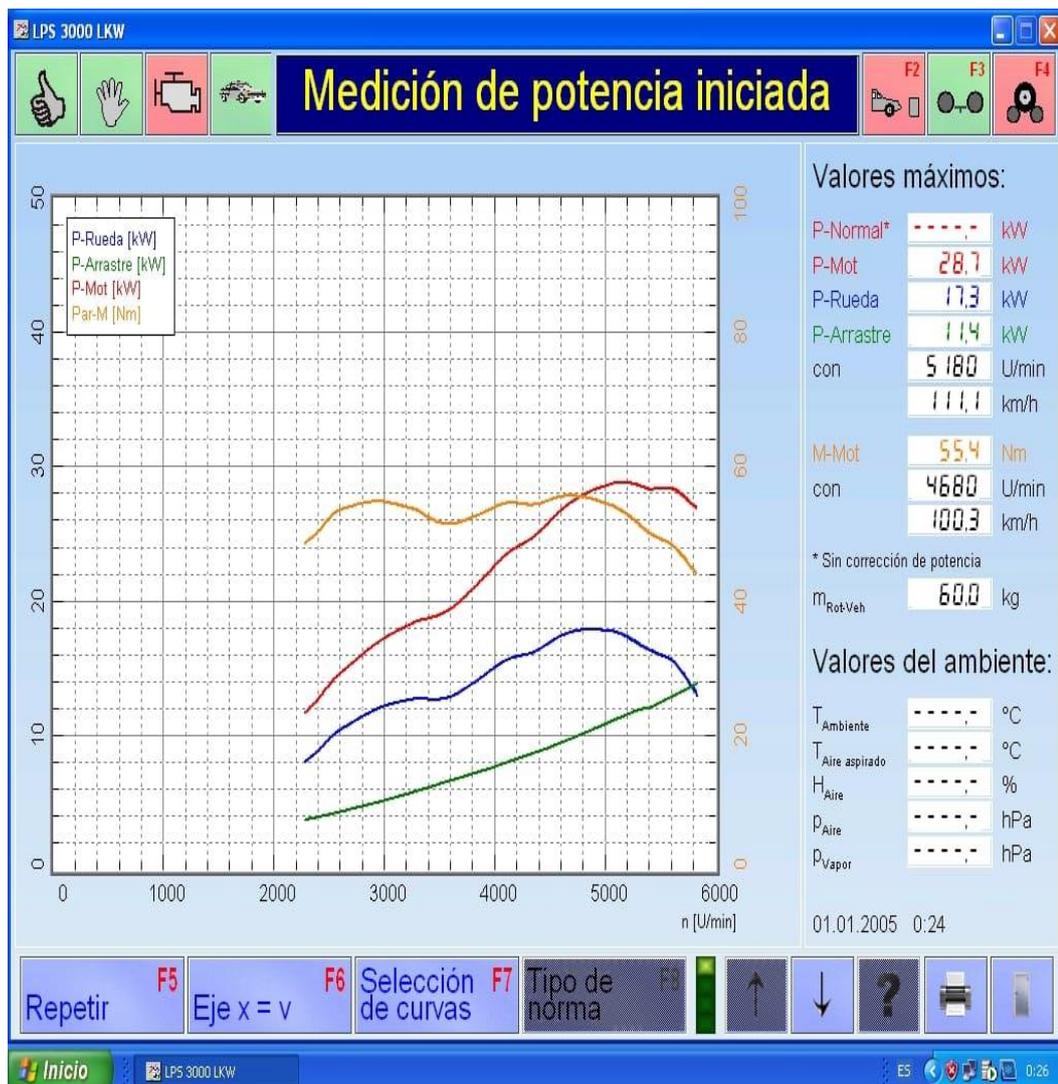
El generador dispone de dos conductos, En el punto A es el conducto de entrada y carga de agua bicarbonatada va situada a la altura del generador y el punto B es el conducto de salida del hidrógeno lo cual es dirigida al de flujo de aire que es el punto C.

### 9.2.2 Problemas a solucionar

**Pruebas de torque-potencia.** Las pruebas se realizan en un dinamómetro inercial dicho equipo nos permite obtener resultados válidos para la comparación de datos.

**Figura 18**

*Comportamiento del motor sin hidrógeno*



Nota: Laboratorios Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana

**Tabla 14.***Pruebas de torque-potencia sin hidrógeno*

<b>MAHA LPS 3000 DIAGRAMA DE POTENCIAS</b>	
<b>Fecha</b>	29/09/22
<b>Hora</b>	09:20
<b>Matricula</b>	ABD-3964
<b>Inspector</b>	Christian Pulla
<b>Comentario 1</b>	PRUEBA 1 ORIGINAL

<b>P-Normal</b>	-	-
<b>P-Mot</b>	28.7	kW
<b>P-Rueda</b>	17.3	kW
<b>P-Arrastre</b>	11.4	kW
<b>En</b>	5180	U/min
	111.1	km/h
<b>Par-M</b>	55.4	Nm
<b>En</b>	4680	U/min
	100.3	km/h
<b>T-ambiente</b>	----	C
<b>T-aspiración</b>	----	C
<b>H-aire</b>	----	%
<b>P-aire</b>	----	hPa
<b>P-vapor</b>	----	hPa

<b>n (U/min)</b>	<b>P-Normal (kW)</b>	<b>M-Normal</b>	<b>P-Rueda (kW)</b>	<b>P-Arrastre (kW)</b>
2280	11.563	48.426	7.942	3.621
2300	11.723	48.610	8.071	3.652
2400	12.584	50.067	8.765	3.819
2500	13.635	52.082	9.628	4.007
2600	14.513	53.303	10.312	4.201
2700	15.217	53.817	10.801	4.416
2800	15.919	54.288	11.301	4.618
2900	16.567	54.550	11.739	4.828
3000	17.123	54.503	12.078	5.045
3100	17.591	54.185	12.312	5.279
3200	17.995	53.697	12.484	5.511

3300	18.394	53.227	12.627	5.768
3400	18.580	52.184	12.578	6.003
3500	18.859	51.452	12.576	6.283
3600	19.297	51.185	12.766	6.531
3700	19.988	51.585	13.212	6.776
3800	20.787	52.235	13.749	7.038
3900	21.608	52.907	14.329	7.279
4000	22.515	53.749	14.953	7.562
4100	23.315	54.302	15.459	7.857
4200	23.894	54.325	15.756	8.138
4300	24.356	54.088	15.930	8.427
4400	24.987	54.229	16.280	8.707
4500	25.824	54.799	16.818	9.006
4600	26.634	55.289	17.289	9.345
4700	27.270	55.404	17.592	9.678
4800	27.761	55.228	17.740	10.021
4900	28.158	54.873	17.780	10.378
5000	28.422	54.280	17.688	10.734
5100	28.663	53.668	17.569	11.094
5170	28.686	52.983	17.348	11.338

*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

Dentro de las condiciones controladas específicas (temperatura 22°C y presión atmosférica – a nivel del mar -) sin tomar en cuenta las pérdidas producidas por la fricción, arrastre, etc.

En la Tabla 14 y la Figura 18 se mira el comportamiento del motor sin hidrógeno la potencia del motor es la potencia real producida por el vehículo en el momento de la medición que es de 28kW. La potencia de las ruedas es la potencia transmitida desde el motor al suelo a través de ella la misma que nos da valor de 17.3 kW. La potencia de arrastre es la potencia necesaria para vencer la inercia y poner en movimiento los rodillos del banco dinamómetro que es de 11.4kW. La sumatoria de la potencia de las ruedas y la potencia de arrastre dan como resultado la potencia del motor.

**Pruebas de consumo.** Las pruebas de consumo de combustible fueron monitoreadas y registradas por un scanner OBDII (figura19) mediante el uso de un dispositivo celular con la aplicación denominada torque (figura 20) la misma que nos permitió obtener datos en tiempo real y hacer una comparación del antes y después.

**Figura 19**

*Conector OBDII*



*Nota. Guamán & Quichimbo, 2022*

**Figura 20**

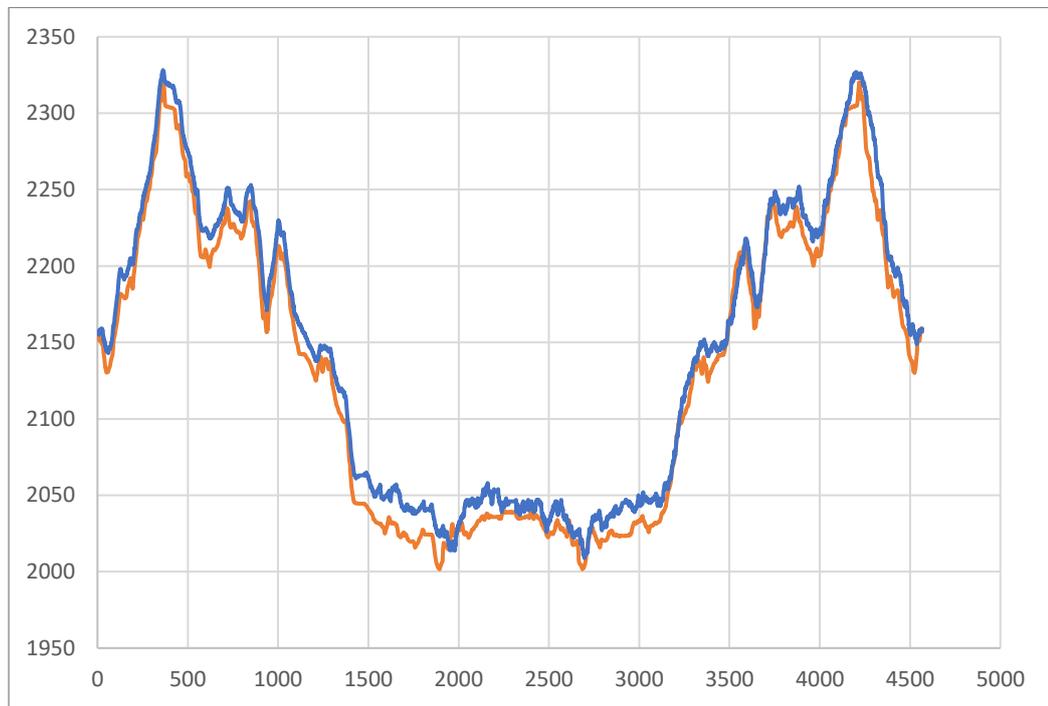
*Scanner digital*



*Nota. Guamán & Quichimbo, 2022*

**Figura 21**

*Ruta realizada*

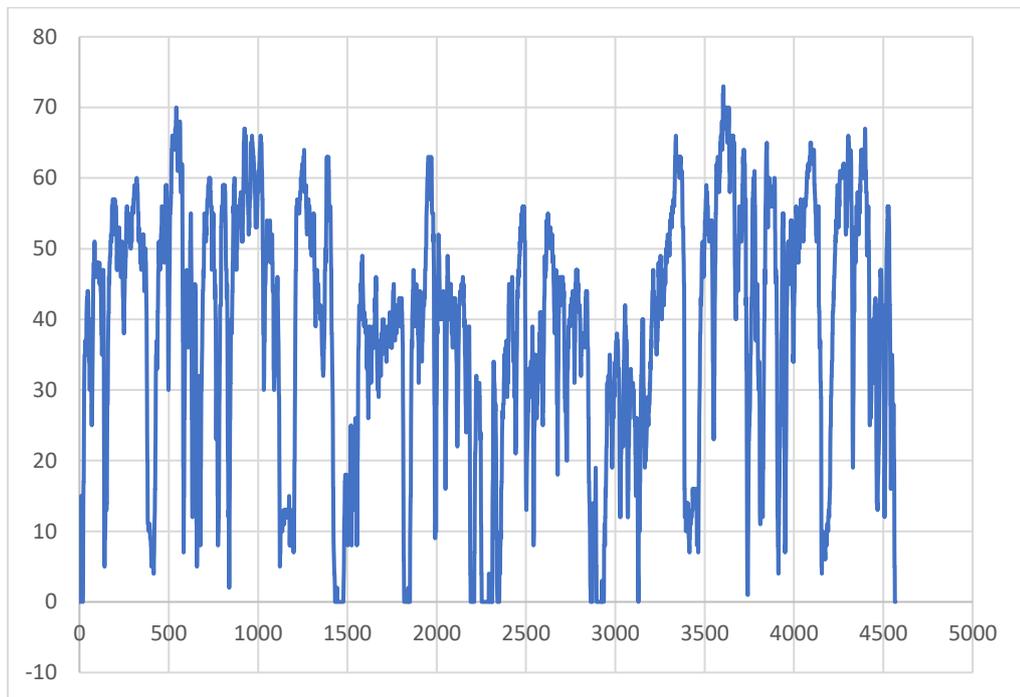


*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

En la figura 21 podemos observar donde es altitud por distancia lo azul representa a la altitud del GPS y lo naranja representa a la altitud corregida se lo llama así porque en el programa va haber márgenes de error la ruta trazada es la misma que comprende una distancia total de 50 km para realizar la comparación del nivel de consumo de combustible en la ruta establecida.

**Figura 22**

*Ciclo de conducción a carga media*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

En la figura 22 corresponde al ciclo de conducción donde es velocidad por distancia a una carga media es decir manteniendo como máximo unos 70 km/h durante la realización de la prueba de consumo de combustible.

Las pruebas realizadas nos brindan la oportunidad de evaluar el desempeño del vehículo en términos energéticos. Las pruebas en carretera se determina el consumo en términos de cantidad por distancia recorrida. El consumo de combustible se ve influenciado por situaciones geográficas, paradas, aceleraciones repentinas, estilo de conducción.

**Tabla 15.**

*Resultados obtenidos en la prueba de consumo sin hidrógeno*

Resultados obtenidos en la prueba de consumo de combustible con hidrógeno			
Recorrido	Distancia (km)	Consumo (L)	Rendimiento (km/L)
Recorrido en la Figura 57	50km	3.043	16.43
Recorrido en la Figura 57	50km	2.782	17.97

*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

En la tabla 15 se puede observar la distancia recorrida de 50km, el consumo de galones convertidos a litros y el rendimiento de km/L estos datos fueron exactamente extraídos de las facturas al momento de llenar el tanque de combustible una vez culminada las pruebas de ruta.

**Pruebas de emisiones de gases.** Para realizar las pruebas de emisiones se utilizó un analizador de gases que nos permitió obtener las proporciones de cada elemento presente en salida del sistema de escape de un vehículo.

**Figura 23**

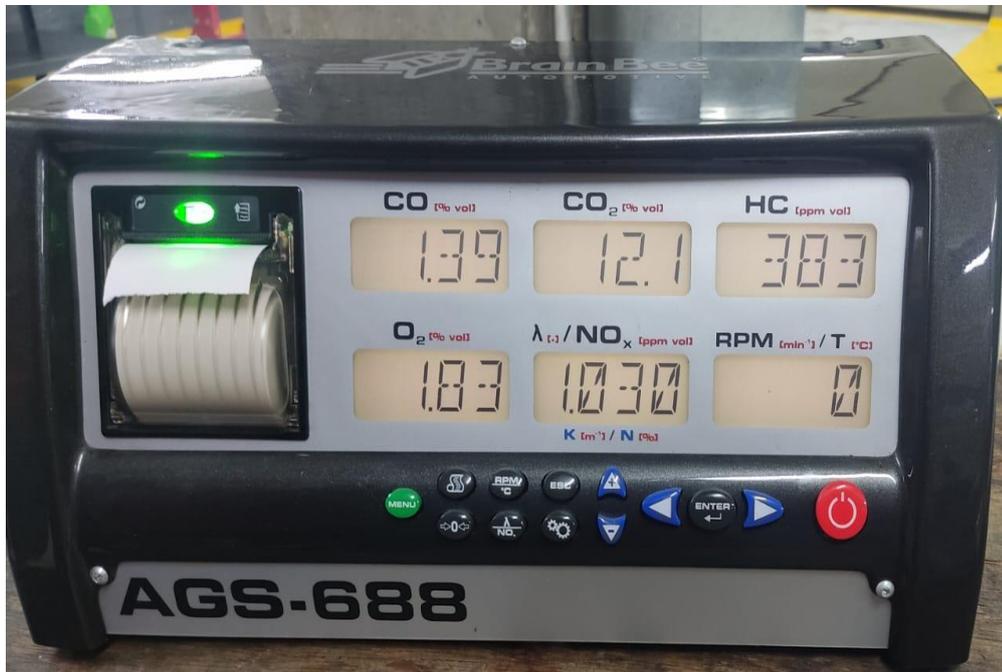
*Prueba en ralentí*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

**Figura 24**

*Pruebas a 2500 rpm*



*Nota. Guamán & Quichimbo, 2022*

En la primera medición de la figura 23 los valores son medidos en ralentí sin aceleración en la misma podemos observar que el CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, se incrementan en una pequeña proporción y los CO, O<sub>2</sub>, HC están reducidas. De este modo se realizó la comparación con la prueba de gases de escape realizada sin hidrógeno.

En la segunda medición de la figura 24 los valores se toman a un régimen de revoluciones de 2500rpm. En la misma se puede observar que el CO<sub>2</sub> tiende a aumentar mientras los CO, Nox, HC y O<sub>2</sub> están disminuidos. De esta manera podemos ejecutar la comparativa con los valores obtenidos en la de gases de escape realizada sin hidrógeno.

**Tabla 16.**

*Emisiones estáticas sin hidrógeno*

<b>Resultados de emisiones estáticas sin hidrógeno</b>			
	<b>Medición ralenti</b>	<b>Medición a 2500rpm</b>	
CO	1.73	1.39	% Vol
CO2	10.9	12.1	% Vol
HC	353	383	ppm
O2	3.26	1.83	% Vol
$\lambda$ /NO <sub>x</sub>	1.097	1.030	ppm

*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

**9.2.3 Definición de elementos**

**Generador de hidrógeno:** En la figura 25 se observa un generador de hidrógeno lo cual puede ser obtenido a partir de energías renovables

Un generador de hidrógeno es un dispositivo que separa el hidrógeno y el oxígeno del agua, de manera que el gas de hidrógeno puede ser utilizado en diversas aplicaciones y pueden ser en los motores de: Motos, camiones, plantas de Luz, excavadoras, trenes, barcos y aviones y más en el campo automotor, puesto que puede aportar con la reducción de gases contaminantes producto de la combustión. (Suárez, 2018, p. 23)

**Figura 25**

*Generador de hidrógeno*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

**Cable eléctrico:** En la figura 26 se observa un cable eléctrico y función es llevar electricidad para diferentes componentes.

Los cables que se usan para conducir electricidad se fabrican generalmente de cobre, debido a la excelente conductividad de este material. (Martinez, 2014, p. 26)

### **Figura 26**

*Cable electrico*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

**Manguera poliuretano:** En la figura 27 se puede observar una manguera de poliuretano que sirve para transportar flujo de aire, gases y etc.

Una manguera de poliuretano es utilizada como canal para transportar sustancias abrasivas en industrias, se adapta a cualquier espacio y es flexible de que se necesite doblarla o curvarla. (Stargo, 2021)

## Figura 27

### *Manguera*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

**Racores neumáticos:** Se puede ver en la figura 28 un racor neumático o un conector que sirve para hacer conexiones.

Los racores neumáticos es un pequeño artefacto de conexión especializado en el trabajo de unión y acople con otros elementos como mangueras, válvulas y accionamiento de cilindros neumáticos. (Peralta, 2019)

## Figura 28

### *Racores nuematicos*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

**Módulo:** En la figura 29 se observa el módulo que es un elemento que se encarga de convertir los 12v a 3.5v para el funcionamiento del dispositivo generador de hidrógeno.

## Figura 29

*Modulo*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

**Fusible o Relé:** La figura 30 representa a un relay su función es abrir y cerrar el paso de corriente eléctrica

Es un dispositivo electromecánico funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona uno o varios contactos que permitirá en abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. (Martinez, 2014, p. 25)

## Figura 30

*Relay*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

**Platina metálica en L:** La figura 31 representa a una pletina metálica su función es servir como un soporte.

Una platina metálica no es más que un soporte que puede utilizarse para volar una estructura que sobresalga de la estructura principal para dar forma al diseño de un módulo de seguridad anticaída. (Ingeniería, 2018)

**Figura 31**

*Platina metálica L*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

#### **9.2.4 Costos**

**Tabla 17.**

*Costos*

<b>Costos</b>	
<b>Elemento y Equipos</b>	<b>Valor</b>
Kit de adaptación del sistema generador de hidrógeno	170\$
Alquiler de equipo automotriz (dinamómetro)	169.60\$
Combustible	123.64\$
Sensor de oxígeno	58\$
<b>Total</b>	<b>521.24\$</b>

*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

#### **9.2.5 Normativa de seguridad**

Para realizar la instalación del kit generador de hidrógeno se requiere tomar medidas previas que se detallan a continuación.

Al momento de instalar

- Mantener alejados de los niños.
- Realizar el trabajo con absoluta responsabilidad.
- Usar elementos de protección adecuados: gafas protectoras, guantes.
- Instalación cuando el vehículo este completamente en frío.
- Contar con extintor a mano por seguridad.
- El hidrógeno es un elemento gas inflamable.

Ya instalado

- Colocar agua al sistema nuevamente cada 300 o 400 km.
- Jamás colocar agua al sistema de hidrógeno con el vehículo prendido puede pasar agua a la admisión.
- Verificar que no tenga fugas en todo el sistema

### ***9.2.6 Beneficios para el medio ambiente***

Los problemas en la actualidad son las emisiones de gases contaminantes emitidas por los vehículos es por ello que es necesario reducir los niveles de los mismo ya que esto trae consigo una serie de problemas para la salud, ambiente y etc.

Beneficios son los siguientes:

- Elimina el carbón de las bujías, pistones y válvulas.
- Elimina el carbón de toda la cámara de combustión.
- Reduce las emisiones de CO<sub>2</sub>, CO
- No se modifica el motor
- Aumenta la vida útil del motor

## **9.3 Organización y gestión del trabajo**

### ***9.3.1 Proveedor***

Realizando investigaciones a través de los sitios web donde se encontró la empresa Hidroxy Energy Ec dedicados a la fabricación y distribución de generadores de Hidrógeno, fue fundamentada en el año 2020 en la ciudad de Quito ya llevan 3 años

en el mercado y ya cuentan con más de 300 equipos instalados a nivel nacional es más ya disponen con distribuidores en las siguientes ciudades: Loja, Cuenca, Ibarra, Azogues, Riobamba, Latacunga, Chone, Santa rosa-Machala, Portoviejo, Esmeraldas, Orellana, Babahoyo y Ambato para más información llamar al 0958854603 o 0962999800.

**Figura 32**

*Logo de empresa Hidroxy Energy Ec*



Nota: Emitida por la empresa

**9.3.2 Material**

**Tabla 18.**

*Herramientas utilizadas*

Herramientas utilizadas	
Cantidad	Herramientas
1	Alicate
1	Cinta aislante
2	Desatornillador plano y estrella
5	Llave mixta 9-10-11-12-13
2	Dado Hexagonal 10-14
1	Extensión de dado

1	Ratcha
3	Bridas plásticas
1	Terminal tipo ojo
1	Encendedor
1	Vaso desechable
1	Botella de agua de 500ml
1	Bicarbonato 15gr
1	Perno galvanizado de 5/8" *2
1	Arandela

*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

### 9.3.3 Tareas primarias y secundarias

**Tabla 19.**

*Asignación de tareas primarias y secundarias*

Tareas realizadas	
Tareas Primarias	Tareas Secundarias
Recopilación de información	Consulta de valor para las pruebas automotrices
Realizar encuestas	Pruebas de consumo en el vehículo
Consulta de valor del kit de hidrógeno	Pruebas de emisiones contaminantes
Adquisición del kit del generador de hidrógeno	Pruebas de Torque-Potencia
Instalación del dispositivo	Conexiones eléctricas
Comprar sensor de oxígeno	Comprobaciones con el multímetro
Elaboración del presupuesto	Comprar agua y bicarbonato
Adquisición de materiales	Elaboración del manual

*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

### 9.3.4 Encargado y asignación de roles

**Tabla 20.**

*Asignación de roles*

Asignación de roles	
Encargado	Asignación de roles
Wilter Quichimbo	Busca de proveedores
Jimmy Guamán	Gestionar sitios donde realizan pruebas especificadas

Jimmy Guamán	Instalación del generador de hidrógeno
Wilter Quichimbo	Ejecutar pruebas de dinamómetro en el sitio correspondiente
Wilter Quichimbo	Ejecutar pruebas de consumo
Jimmy Guamán	Ejecutar pruebas de emisiones de gases
Wilter Quichimbo	Estructuración de la parte teórica
Wilter Quichimbo	Toma de evidencias fotográficas
Jimmy Guamán	Mezcla de agua y bicarbonato
Wilter Quichimbo	Conexiones eléctricas
Wilter Quichimbo	Cambiar sensor
Jimmy Guamán	Comprar sensor
Jimmy Guamán	Comprobaciones de corriente con el multímetro
Wilter Quichimbo	Adquisición de materiales
Jimmy Guamán	Elaboración del manual
Wilter Quichimbo	Elaboración del presupuesto

*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

## 9.4 Ejecución del proyecto

### 9.4.1 Montaje del sistema generador de hidrógeno en el vehículo

**Generador de hidrógeno o burbujeador.** Se fijo el generador de hidrógeno con ayuda de una pletina metálica en L y bridas plásticas (Figura 33-34) ya que son resistentes para una buena fijación a la carrocería del vehículo el espacio asignado se ubica entre el faro y el depósito de agua (Figura 36).

El dispositivo generador de hidrógeno se ubicó en ese lugar dado que en ese punto no hay mucha exposición de calor del motor en esa zona también es más cómodo de manipular y verificación del nivel de agua bicarbonatada del equipo

### **Figura 33**

*Pletina metálica en L*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

### **Figura 34**

*Sujeción del generador de hidrógeno*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

### **Figura 35**

*Sujeción del módulo del generador*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

### **Figura 36**

*Ubicación del generador de hidrógeno*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

### 9.4.1 Colocación de mangueras

Antes de instalar las mangueras es importante que cada una de las entradas y salidas del todo del sistema tenga un acoplamiento adecuado para los ajustes de las mismas.

Utilizamos una manguera de poliuretano de 6X4mm (Figura 37) para conectar el generador y va dirigida a la manguera que conecta al conducto de flujo de aire (Figura 38)

**Figura 37**

*Manguera poliuretano 6x4 mm*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

**Figura 38**

*Conexión del hidrógeno a la manguera de flujo de aire*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

Mezclar el agua de 500ml y el bicarbotano de 15 gramos y agitarle hasta que la mezcla quede uniforme (Figura 39).

El generador tiene un conducto de entrada para llenar con agua bicarbonatada (Figura 40) y una salida de hidrógeno que va conectado a la entrada de la maguera de retorno que va conectado al conducto de flujo de aire (Figura 38)

### **Figura 39**

*Mezcla de agua y bicarbonato*



*Nota. Guamán & Quichimbo, 2022*

### **Figura 40**

*Llenado del deposito generador de hidrógeno con agua bicarbonatana*



*Nota. Guamán & Quichimbo, 2022*

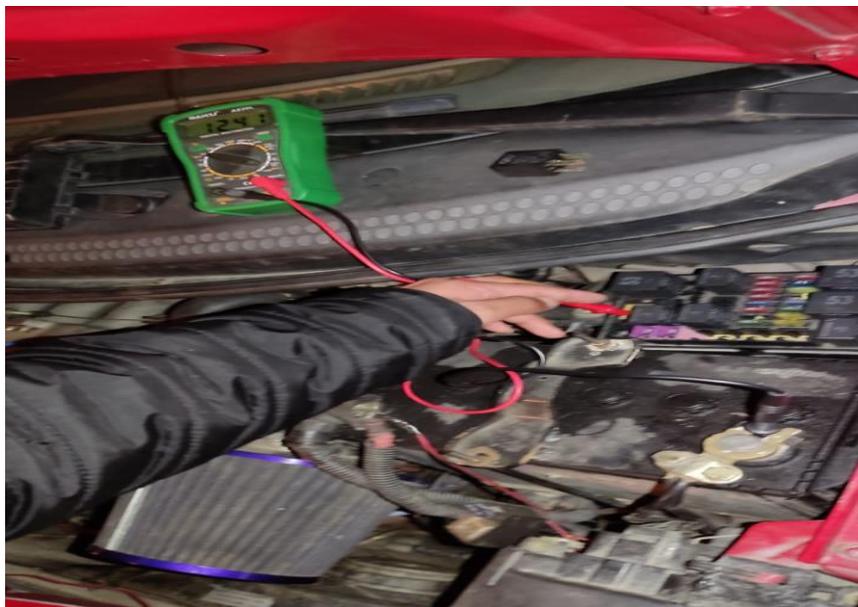
### 9.4.2 Conexión eléctrica

Una vez adaptado las partes principales, se puede continuar con la parte eléctrica.

- Todo el circuito debe actuar cuando el vehículo este en marcha
- Con un multímetro verificar el terminal positivo del relé o de los accesorios (Figura 41)
- Guiar el cable hacia el relé de la bomba hacia el terminal (#86 o #87) o su vez a un fusible de accesorios que nos dé un voltaje en contacto o encendido el vehículo ya que el módulo lo reducirá a 3.5V en el sistema simple y en el sistema doble a 5V dando como resultado un óptimo funcionamiento del sistema (Figura 42)

**Figura 41**

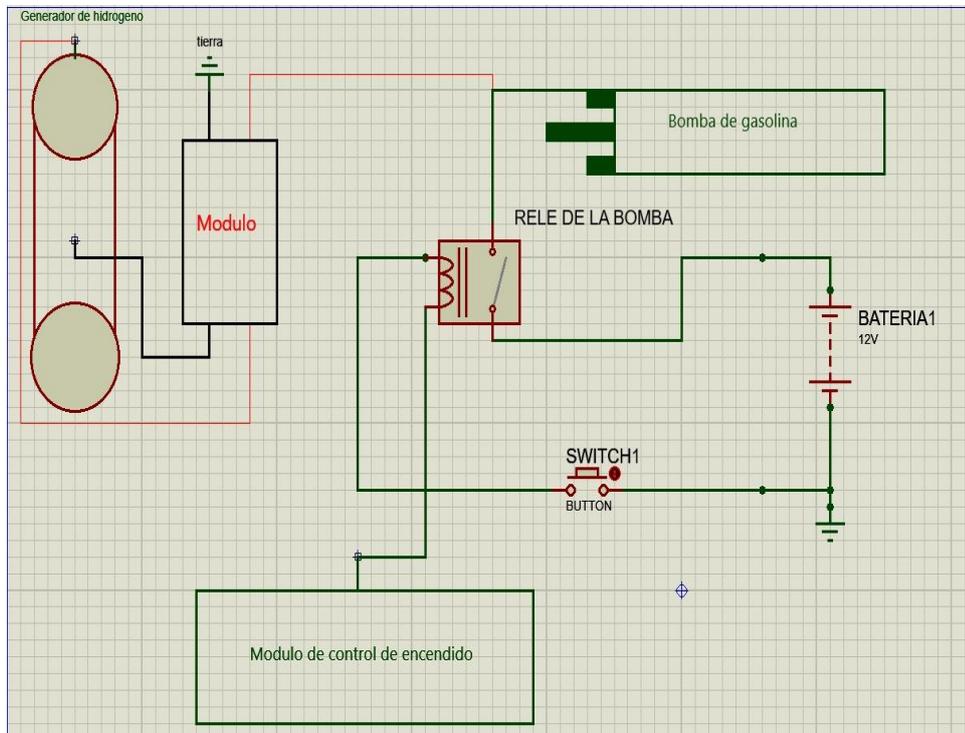
*Medicion del terminal positivo del rele*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

**Figura 42**

*Simulador del diagrama electrico del generador de hidrógeno*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

### **9.4.3 Comprobación y verificación del sistema.**

#### **Comprobación**

- Colocamos un cable del polo positivo de la batería (Figura 43) hacia el polo positivo del generador y el polo negativo del módulo del hidrógeno va masa o tierra (Figura 44).
- Ya conectado el generador abrimos el swithch y empieza a funcionar y a generar hidrógeno en su interior.

### **Figura 43**

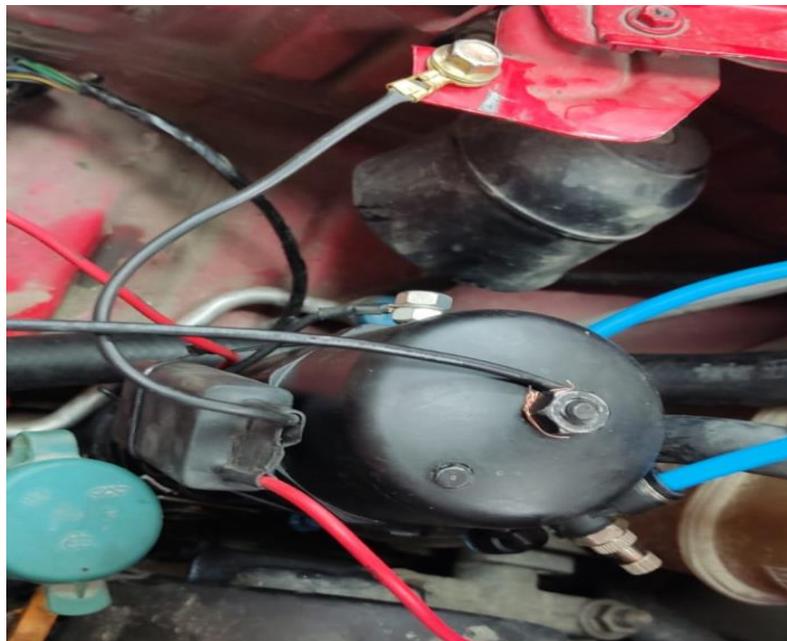
*Conexión al polo positivo de la batería*



*Nota. Guamán & Quichimbo, 2022*

### **Figura 44**

*Conexión a la polo positivo del generador de hidrógeno y el polo negativo a masa*

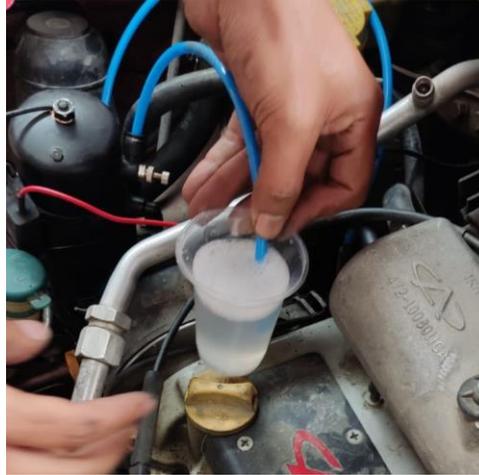


*Nota. Guamán & Quichimbo, 2022*

- Colocamos una manguera de la salida del hidrógeno. Ponerlo en un vaso con agua y detergente para observar las burbujas de hidrógeno (Figura 45).

## Figura 45

*Comprobación del generador de hidrógeno*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

Observamos que hay burbujas sobre la superficie del líquido encender una llama (Figura 46), para verificar si las burbujas son de hidrógeno o de oxígeno tomamos en cuenta que cuando hay presencia de oxígeno en una combustión esta altera la llama es decir que la llama aumenta y cuando existe hidrógeno se produce una explosión instantánea (Figura 47) y verificar si está emitiendo el voltaje correcto en funcionamiento (figura 48).

## Figura 46

*Verificar la presencia de burbujas de hidrógeno e introducir fuego*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

**Figura 47**

*Explosión del hidrógeno*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

**Figura 48**

*Comprobación del voltaje en funcionamiento*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

## **Verificación**

- En caso de que el hidrógeno no esté produciendo revisar si hay fugas o no se ha conectado correctamente la manguera es muy común intercambiar posiciones de entrada y salida en el generador.
- Si el hidrógeno producido no está ingresando al motor puede ser que exista fugas en el sistema y el hidrógeno se va fuera del motor, para verificar esto, rociar con agua jabonosa todas las mangueras para descubrir fugas.

## **9.5 Evaluación del proyecto**

### ***9.5.1 Análisis y monitoreo de torque potencia, consumo de combustible, emisiones de gases.***

En lo referente a estos procedimientos, fueron aplicados en el laboratorio automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana UPS (Figura 49-50) y el Taller del ISTS entidades que posee la infraestructura con la capacidad para realizar dichas pruebas.

Dichas pruebas de emisiones contaminantes, torque-potencia y consumo del motor que se realizar son necesarias para la posterior comparación de los valores obtenidos una vez que el sistema generador de hidrógeno sea adaptado en el vehículo.

## 9.6 Prueba de Torque-Potencia

**Figura 49**

*Banco dinamométrico de la UPS*



*Nota. Guamán & Quichimbo, 2022*

**Figura 50**

*Laboratorios de la UPS*

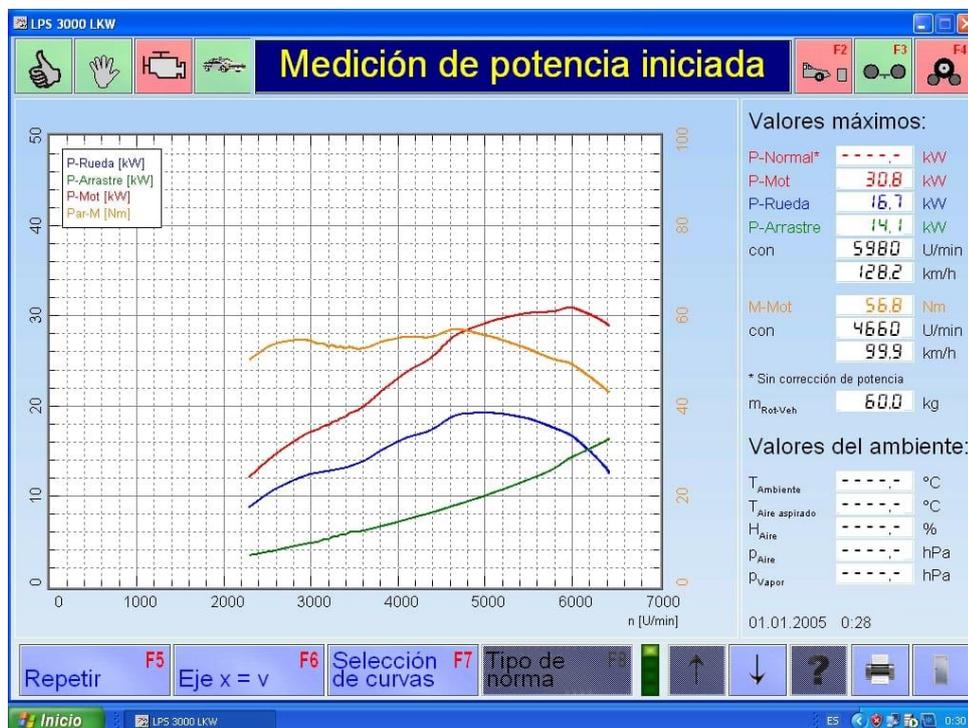


*Nota. Guamán & Quichimbo, 2022*

## Pruebas de torque y potencia con hidrógeno

Figura 51

Comportamiento del motor con hidrógeno



Nota: Laboratorios Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana

Tabla 21.

Prueba de torque-potencias con generador de hidrógeno

Prueba de torque y potencia con generador de hidrógeno		
MAHA LPS 3000 DIAGRAMA DE POTENCIAS		
Fecha	29/09/22	
Hora	09:20	
Matricula	ABD-3964	
Inspector	Christian Pulla	
Comentario 1	PRUEBA 1 ORIGINAL	
P-Normal	-	-
P-Mot	30.8	kW
P-Rueda	16.7	kW
P-Arrastre	14.1	kW

<b>En</b>	5980	U/min
	128.2	km/h
<b>Par-M</b>	56.8	Nm
<b>En</b>	4660	U/min
	99.9	km/h
<b>T-ambiente</b>	----	C
<b>T-aspiración</b>	----	C
<b>H-aire</b>	----	%
<b>P-aire</b>	----	hPa
<b>P-vapor</b>	----	hPa

<b>n (U/min)</b>	<b>P-Normal (kW)</b>	<b>M-Normal</b>	<b>P-Rueda (kW)</b>	<b>P-Arrastre (kW)</b>
2295	12.025	50.032	8.692	3.333
2300	12.068	50.102	8.727	3.340
2400	12.939	51.480	9.439	3.500
2500	13.829	52.822	10.166	3.696
2600	14.590	53.584	10.714	3.876
2700	15.277	54.031	11.184	4.094
2800	15.930	54.327	11.618	4.312
2900	16.534	54.444	12.019	4.515
3000	17.006	54.129	12.335	4.671
3100	17.392	53.573	12.500	4.892
3200	17.757	52.987	12.659	5.098
3300	18.230	52.752	12.837	5.393
3400	18.681	52.466	13.049	5.632
3500	19.258	52.541	13.363	5.895
3600	19.807	52.539	13.765	6.042
3700	20.582	53.119	14.310	6.273
3800	21.446	53.892	14.920	6.527
3900	22..207	54.372	15.448	6.759
4000	22.955	54.799	15.936	7.019
4100	23.653	55.089	16.356	7.297
4200	24.214	55.052	16.645	7.569
4300	24.733	54.924	16.910	7.823
4400	25.405	55.134	17.321	8.084
4500	26.336	55.885	17.946	8.406
4600	27.312	56.616	18.569	8.705
4700	27.925	56.735	18.930	8.995

4800	28.340	56.378	19.045	9.294
4900	28.696	55.922	19.091	9.605
5000	29.032	55.445	19.095	9.937
5100	29.362	54.975	19.079	10.282
5200	29.591	54.339	18.990	10.600
5300	29.803	53.696	18.841	10.961
5400	30.010	53.068	18.662	11.348
5500	30.182	52.402	18.463	11.720
5600	30.232	51.551	18.146	12.086
5700	30.290	50.744	17.789	12.501
5800	30.384	50.023	17.403	12.981
5900	30.662	49.625	17.023	13.639
5970	30.805	49.272	16.707	14.092

*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

Dentro de las condiciones controladas específicas (temperatura 22°C y presión atmosférica – a nivel del mar -) sin tomar en cuenta las pérdidas producidas por la fricción, arrastre, etc.

En la Tabla 20 y la Figura 51 se puede ver el comportamiento del motor con hidrógeno la potencia del motor es la potencia real producida por el vehículo en el momento de la medición que es de 30.8kW. La potencia de las ruedas es la potencia transmitida desde el motor al suelo a través de ella la misma que nos da valor de 16.6 kW. La potencia de arrastre es la potencia necesaria para vencer la inercia y poner en movimiento los rodillos del banco dinamómetro que es de 14.1kW. La sumatoria de la potencia de las ruedas y la potencia de arrastre dan como resultado la potencia del motor.

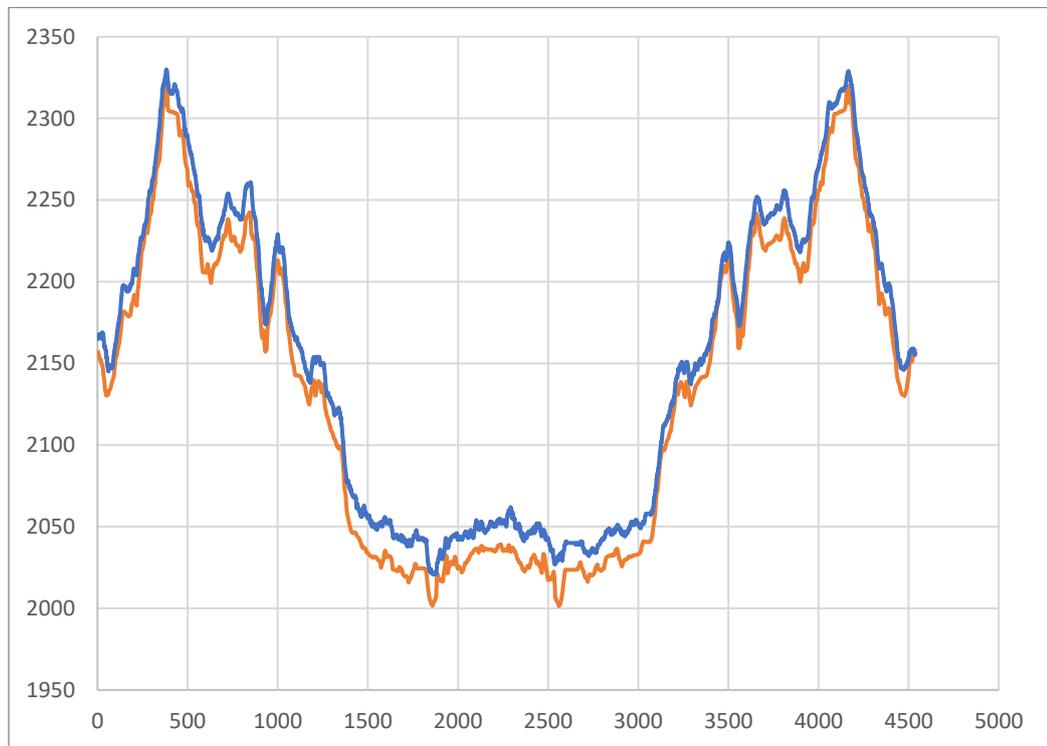
La potencia del motor sin hidrógeno es de 28.7kW y con hidrógeno es de 30.8kW (Tabla 14 y 21) esto representa un incremento significativo en el motor que es de 2.1kW lo cual representa un incremento 7.31%

## 9.7 Pruebas de consumo

Para realizar estas pruebas se tomó en cuenta ciertos detalles específicos como: una sola estación, una máquina de despacho, llenado correcto del tanque.

**Figura 52**

*Ruta realizada*

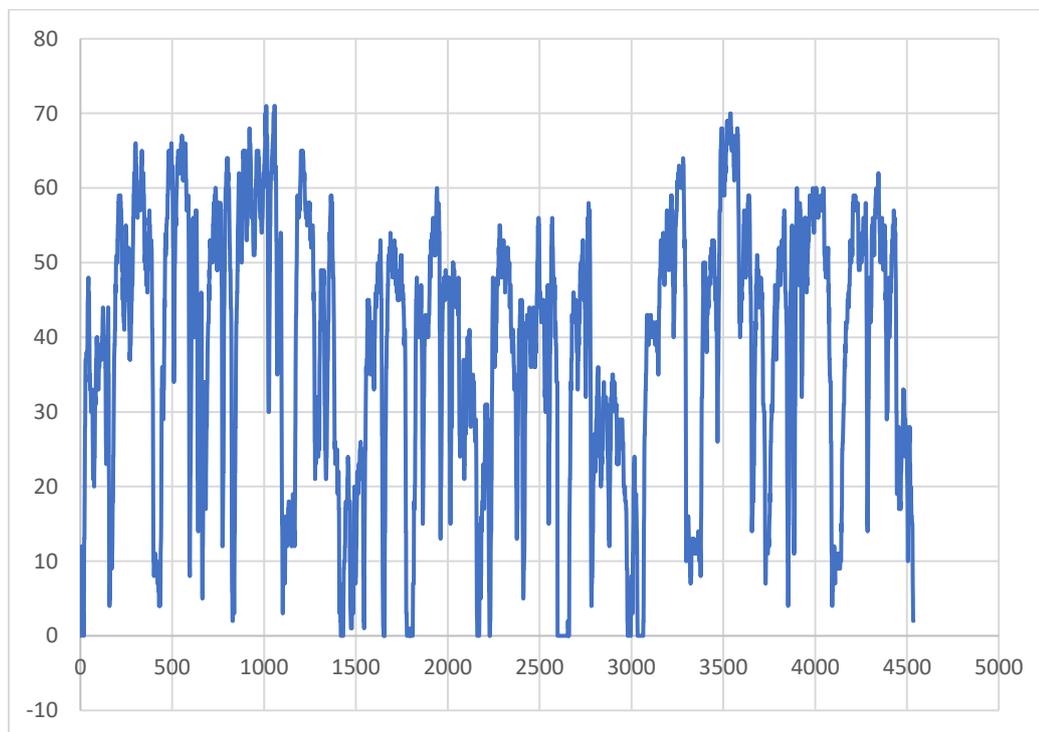


*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

En la figura 51 podemos donde altitud por distancia observar el trayecto de la ruta en el cual especifica los picos más altos y bajos de altitud lo azul representa a la altitud del GPS y lo tomate representar la altitud corregida porque es corregida por el motivo que en el programa había márgenes de error, en la que se realizó el recorrido tomando como partida un punto específico y retornando al mismo comprendiendo una distancia total de 50 km recorridos el mismo que servirá para establecer el nivel de consumo de combustible en la ruta establecida.

**Figura 53**

*Ciclo de conduccion a carga media*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

En la figura 52 corresponde al ciclo de conducción donde es velocidad por distancia a una carga media es decir manteniendo un régimen de velocidad máximo de 70 km/h durante la realización de la prueba de consumo de combustible.

**Tabla 22.**

*Resultados obtenidos en la prueba de consumo*

<b>Resultados obtenidos en la prueba de consumo de combustible con hidrógeno</b>			
<b>Recorrido</b>	<b>Distancia (km)</b>	<b>Consumo (L)</b>	<b>Rendimiento (km/L)</b>
Recorrido en la Figura 57	50km	2.411	20.7
Recorrido en la Figura 57	50km	2.339	21.3

*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

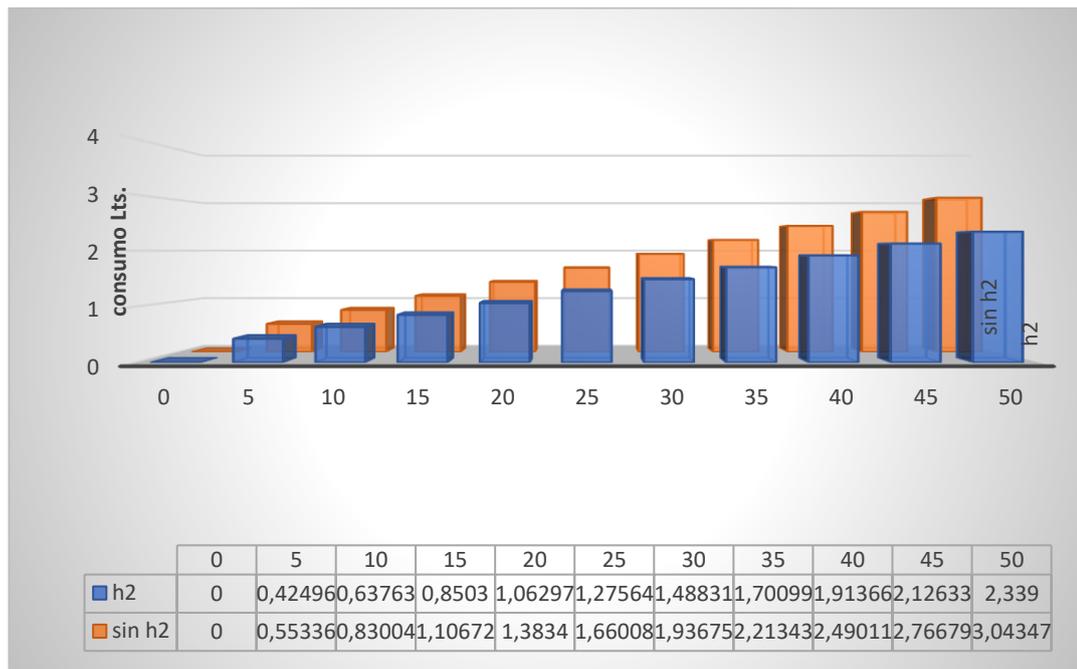
En la tabla 22 se puede observar la distancia recorrida de 50km, el consumo de galones convertidos a litros y el rendimiento de km/l estos datos fueron extraídos por

las facturas al momento de llenar el tanque de combustible una vez culminadas las pruebas de rutas a las que fue sometido el vehículo.

En la figura 57 representa el recorrido realizado comprende como punto de partida la estación de servicios la Argelia dirigiéndonos por el redondel de la Universidad Nacional hasta llegar a la vía de integración barrial logrando llegar al redondel de Carigán y seguidamente dirigiéndonos al redondel de las pitas a continuación por la Av. 8 de diciembre conseguimos llegar a la unidad educativa Comil de ahí nos dirigimos al parque Jipiro por la Av. Salvador Bustamante una vez llegado a este punto retornamos por el mismo camino que empezamos hasta llegar al punto de partida tomado como referencia.

**Figura 54**

*Consumo de combustible*



*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

En la figura 54 se puede apreciar una diferencia de datos respecto al consumo donde las barras naranjas representan al consumo del combustible del antes sin el hidrógeno (tabla 15) y en las barras azules representan los resultados ya con el hidrógeno instalado en el vehículo (tabla 22) mediante la representación de flujo de barras se aprecia ver una reducción de consumo notable de combustible de 0.70 litros que equivale al 29.9% de ahorro de combustible.

Como resultado en los 16.43km consume una cantidad de 1 litro en los 50km consume 3.043 de combustible y de igual manera en los 17.97km consume una cantidad de 1 litro y en los 50km consume 2.782 litros.

Como resultado en los 20.7km consume una cantidad de 1 litro en los 50km consume 2.411 de combustible y de igual manera en los 21.3km consume una cantidad de 1 litro y en los 50km consume 2.339 litros.

### 9.8 Gases de escape en prueba estática con hidrógeno.

**Figura 55**

*Prueba en ralentí*



*Nota. Guamán & Quichimbo, 2022*

## Figura 56

Prueba en 2500rpm



Nota. Guamán & Quichimbo, 2022

En la primera medición de la figura 55 los valores son medidos en ralentí sin aceleración en misma podemos observar que el CO, HC, se incrementan en una pequeña proporción y los NO<sub>x</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> en cambio se redujeron. De este modo se realizó la comparación con la prueba de gases de escape realizada sin hidrógeno.

En la segunda medición de la figura 56 los valores se toman a un régimen de revoluciones de 2500rpm. En la misma se puede observar que el CO, HC, O<sub>2</sub> tienden a aumentar mientras los CO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> disminuye en más cantidad. De esta manera podemos ejecutar la comparativa con los valores obtenidos en la de gases de escape realizada sin hidrógeno.

**Tabla 23.**

*Emisiones estáticas con hidrógeno*

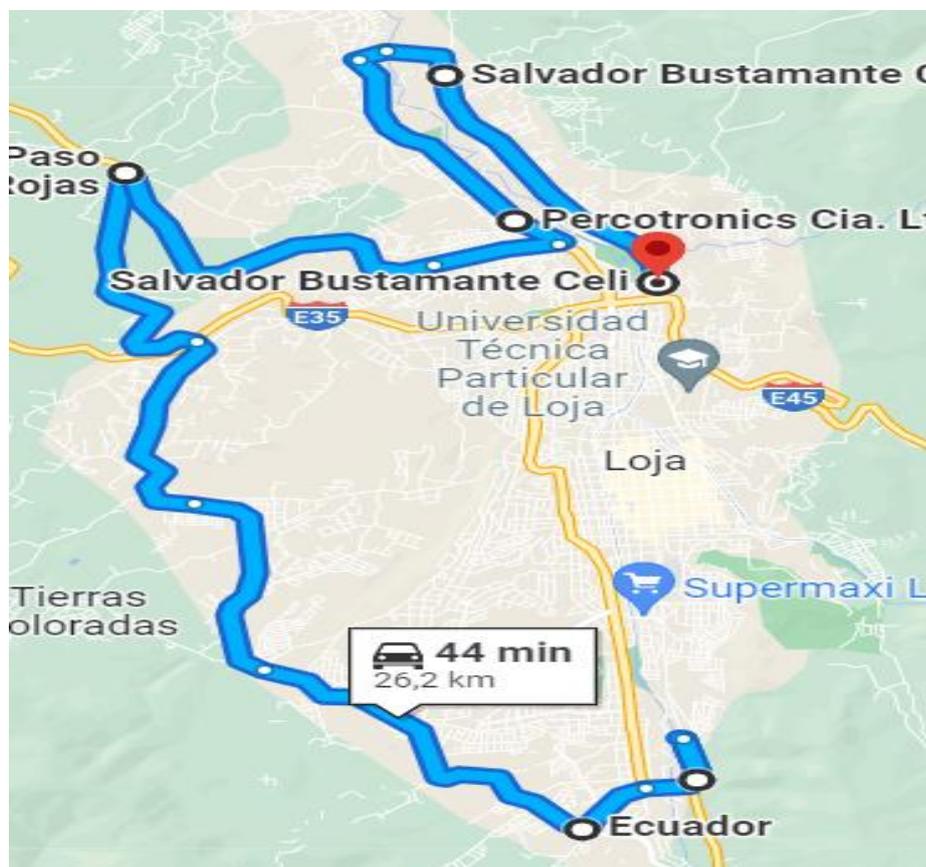
<b>Resultados de emisiones estáticas con hidrógeno</b>			
	<b>Medición ralenti</b>	<b>Medición a 2500rpm</b>	
CO	3.15	3.53	% Vol
CO2	9.9	8.9	% Vol
HC	4.67	831	ppm
O2	3.25	4.31	% Vol
$\lambda$ NOx	1.038	1.064	ppm

*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

### 9.9 Selección del tramo de prueba

**Figura 57**

*Selección de la ruta*



*Nota:* Google Maps

## 10. Conclusiones

- Mediante las propiedades y principios fundamentales del hidrógeno permite determinar y corroborar que la gasolina puede ser reemplazada o combinada con el gas hidrógeno para de esta forma pueda funcionar el motor del vehículo sin alterar el funcionamiento.
- La recopilación de datos estadísticos se demuestra que si es posible introducir el sistema generador de hidrógeno conjuntamente con un manual de este sistema “Hidroxy Energy Ec” en el medio comercial automotriz de tal manera que resulta beneficioso para la economía de los vehículos a nivel local disminuyendo el consumo de combustibles fósiles
- Con el análisis del sistema se pudo comprobar mediante pruebas automotrices verificando el correcto funcionamiento del dispositivo generador de hidrógeno adaptado en el automóvil Cherry QQ 1.1 a gasolina logrando tener resultados positivos de este procedimiento disminuyendo el consumo del combustible y previniendo los excesivos gases contaminantes emitidos por el vehículo
- El estudio realizado sobre la adaptación del sistema de generador de hidrogeno instalado a un vehículo comercial a gasolina permite entregar pruebas fehacientes sobre la disminución del consumo de este combustible permitiendo de esta forma reducir las emisiones de gases contaminantes resultando el potencial de un caso positivo que refleja el logro del objetivo determinado

## **11. Recomendaciones**

- Para una mejor realización del proyecto de investigación recopilar la mayor cantidad de información relevante acerca del generador de hidrogeno de tal manera que nos permita obtener resultados favorables a futuro.
- En base a los resultados recogidos de la presente investigación se recomienda utilizar técnicas de indagación que sean dirigidas a un grupo que este más inclinados al campo automotriz
- Se recomienda que, para un mejor análisis, realizar las pruebas en los lugares adecuados y calificados además también disponer de que el vehículo se encuentre en óptimas condiciones con el propósito de tener resultados más exactos al momento de ejecutar los procedimientos requeridos.
- Una vez concluida el presente proyecto de investigación se pone en consideración de la colectividad garantizando la utilización de este sistema generador de hidrógeno por denotar economía en el consumo de combustible ayudando al cuidado del medio ambiente.

## 12. Bibliografía

- AICHER, O. (2007). El mundo como proyecto. En G. Gazal, & G. Diseño (Ed.), *Diseño Proyectual*. España.
- Anónimo. (20 de 11 de 2016). *Normas APA / Ediciones - Referencias - Citas*.  
Obtenido de <https://normasapa.net/formula-muestra-poblacion/>
- Better Fuel Technology. (14 de Junio de 2019). *Better Fuel Technology*. Obtenido de <https://www.hho-1.com/about/?lang=es>
- Cárdenas, E. J. (2006). *Caracterización tecnológica del parauqe automotor del distrito metropolitano de quito y propuesta para la reforma de la normativa ecuatoriana de emisiones en fuenye móviles terrestre*. Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- Fabbi, M. S. (07 de 2013). *Institutocienciashumanas.com*. Obtenido de <http://institutocienciashumanas.com/wp-content/uploads/2020/03/Las-t%C3%A9cnicas-de-investigaci%C3%B3n.pdf>
- Guillermo G. Reyes, J. F. (2018). Estudio de emisiones contaminantes utilizando mezcla de gasolina e hidrógeno como combustible en un motor de combustión interna a 2800 m.s.n.m. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 20. Obtenido de <https://incyt.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/view/287/311>
- Gutierrez, J. L. (2005). EL HIDROGENO, COMBUSTIBLE DEL FUTURO. *Real academia de Ciencias Exactas FIsicas y Naturales*, 50-54. Obtenido de <https://rac.es/ficheros/doc/00447.pdf>
- Hora, L. (24 de 03 de 2021). No habría mas capacidad para nuevas cooperativas de taxis. Loja. Obtenido de <https://www.lahora.com.ec/loja/no-habria-mas-capacidad-para-nuevas-cooperativas-de-taxis/>
- Hora, L. (25 de 03 de 2021). Parque automotor de Loja cada vez en crecimiento. Loja.
- Ingeniería, P. (07 de 02 de 2018). Proalt Ingeniería. *Pletinas metálicas para sujeciones y anclajes*. Obtenido de <https://www.proalt.es/pletinas-metalicas/>
- León, G. H. (2020). *Gob.ec*. Obtenido de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/2020/2020\\_ANET\\_METODOLOG%3%8DA.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/2020/2020_ANET_METODOLOG%3%8DA.pdf)

- Lohmar, D. (2007). El método fenomenológico de la intuición de esencias y su concreción como variación eidética. *Revista de la sociedad española*. doi:10.5944/rif.5.2007.5458
- Lopez,Roldan, P. (2016). *La Encuesta. Metodología de La Investigación Social Cuantitativa*. Barcelona. Obtenido de <https://ddd.uab.cat/record/163567>
- Martinez, D. O. (2014). "*Montaje, analisis y monitoreo de un sistema generador de hidrogeno como economizador de combustible en un vehiculo nissan coupe1200*". Escuela superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- Matos Hernández, E. C. (01 de 10 de 2016). *Didactica Logica de Investigacion y Construccion Del Texto Cientifico*. Obtenido de <https://fdocuments.mx/document/didactica-logica-de-investigacion-y-construccion-del-texto-cientifico.html>
- Melchor, J. C. (2012). *Mantenimiento de sistema auxiliares del motor de ciclo otto*. España: IC Editorial. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/sudamericanoloja/42614>
- Murillo, Gallegos, M. A. (2015). "*ANÁLISIS TERMOQUÍMICO DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA A GASOLINA MEDIANTE EL ANTIDETONANTE METIL TERBUTIL ETER (MTBE)*". Latacunga.
- Olmedo, C. J. (2008). *Química Orgánica: principales aplicaciones industriales*. Valencia: Editorial de la Universidad Politecnica de Valencia. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/sudamericanoloja/174441?page=59>
- Peralta, K. (24 de Septiembre de 2019). Process Control Supply, C.A. Venezuela . Obtenido de <https://processcontrol.com.ve/2019/09/24/racores-neumaticos-accesorios-de-conexion/>
- Pesántez, J. N. (2021). Adaptación de un generador de hidrógeno tipo celda seca en un motor de endotérmico 150cc de 4 tiempos como fuente alternativa de combustible. 65,66. Cuenca.
- Prades, A. (2010). *Hidrogeno: una alternativa energetica y ambiental*. Buenos aires: Ediciones cathedra Juridica. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/sudamericanoloja/77125>
- Secundino, E. (2011). *Motores*. Madrid: Macmillan Iberia,S.A. Obtenido de SECUNDINO, E. Motores. ed. Madrid: Macmillan Iberia, S.A. 2011. 409 p. Disponible en:

<https://elibro.net/es/ereader/sudamericanoloja/101844?page=64>. Consultado en: 17 Jun 2022

Stargo, A. (07 de 09 de 2021). *Proteval*. Obtenido de

<https://proteval.com/mangueras-industriales-usos-y-ventajas/?reload=119219>

Suárez, B. W. (2018). Generador de hidrógeno como reductor de gases, contaminantes para los motores Kia, en el 3ero de bachillerrato del instituto particular "LATINOAMERICANO" en el sector de lumbisi, año lectivo 2017-2018. 23. Quito.

## 13. Anexos

### 13.1 Presupuesto

El valor total del presupuesto para la realización del trabajo investigativo será financiado en totalidad por los autores.

**Tabla 24.**

*Presupuesto*

<b>PRESUPUESTO</b>		
<b>RECURSOS HUMANOS</b>		
<b>Aporte del Investigadores</b>	Jimmy Emanuel Guamán Armijos Wilter Steven Quichimbo Chiriguay	
<b>Total, de Ingresos</b>	\$1000.00	
<b>RECURSOS MATERIALES</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio</b>
1.00	Kit del dispositivo generador de hidrógeno	\$170.00
1.00	Alquiler de equipos automotrices	\$200.00
1.00	Impresiones-Anillado-Hojas valoradas	\$150.00
1.00	Alimentos-Combustible	\$250.00
1.00	Sensor de oxigeno	\$58.00
	<b>Total</b>	<b>\$828.00</b>

*Nota.* Guamán & Quichimbo, 2022

## 13.2 Cronograma

**Tabla 25.**

### *Cronograma de actividades*

Cronograma de Actividades																													
N°	MESES Y SEMANAS ACTIVIDADES	ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Socialización del cronograma de titulación	X																											
2	Refuerzo en problema a trabajar en base a las líneas de investigación		X																										
3	Identificación del problema.			X																									
4	Planteamiento del tema.				X																								
5	Elaboración de justificación.					X																							
6	Planteamiento de objetivo general y objetivos específicos.						X																						
7	Elaboración del marco institucional y marco teórico							X	X																				
8	Elaboración metodológica: Metodologías									X																			
9	Elaboración del diseño metodológico: Metodologías y técnicas a ser utilizadas en la investigación										X																		
10	Determinación de la muestra, recursos, y bibliografía.											X																	
11	Presentación del proyecto ante el Vicerrectorado Académico con la petición para su aprobación												X		X														
12	Analizar un sistema economizador de combustible.													X	X	X													
13	Investigar las propiedades y principios fundamentales del hidrógeno.														X	X	X												
14	Realizar un proceso de recopilación de datos.															X	X	X											
15	Demostrar la funcionalidad del dispositivo economizador de combustible.															X	X	X											
16	Generar un proyecto de investigación bajo aspectos socioeconómicos y ambientales.																X	X	X	X									
17	Elaboración de conclusiones y recomendaciones y levantamiento del documento final del borrador de proyecto de investigación.																					X							
18	Revisión integral del proyecto																						X						
19	Entrega de borradores de proyectos de investigación de fin de carrera																							X	X				

### 13.3 Certificación de aprobación del proyecto de investigación

  
INSTITUTO TECNOLÓGICO  
SUDAMERICANO  
INSTITUTO VICEPRESIDENCIAL DE INVESTIGACIÓN

VICERRECTORADO ACADÉMICO

---

Loja, 15 de Julio del 2022  
Of. N° 501 -VDIN-ISTS-2022

Sr.(ita). GUAMAN ARMIJOS JIMMY EMANUEL  
**ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

Ciudad

De mi consideración:

Por medio de la presente me dirijo a ustedes para comunicarles que una vez revisado el anteproyecto de investigación de fin de carrera de su autoría titulado **ELABORAR UN MANUAL DE ANÁLISIS Y ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA GENERADOR DE HIDRÓGENO PARA EL VEHÍCULO (CHERYQQ1.1 A GASOLINA) COMO ECONOMIZADOR DE COMBUSTIBLE EN LA CIUDAD DE LOJA DURANTE EL PERIODO ABRIL-OCTUBRE 2022.**, el mismo cumple con los lineamientos establecidos por la institución; por lo que se autoriza su realización y puesta en marcha, para lo cual se nombra como director de su proyecto de fin de carrera (el/la) Ing. EDDY XAVIER SANTIN TORRES.

Particular que le hago conocer para los fines pertinentes.

Atentamente,

  
Ing. Germán Patricio Villamarín Coronel Mgs.  
**VICERRECTOR DE DESARROLLO E INNOVACION DEL ISTS**

  
"INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO"  
VICERRECTORADO  
"SUDAMERICANO"

---

Matriz: Miguel Riofrío 156-25 entre Sucre y Bolívar. Telfs: 07-2587258 / 07-2587210 Pagina Web:  
[www.tecnologicosudamericano.edu.ec](http://www.tecnologicosudamericano.edu.ec)

## 13.4 Certificación de aprobación del proyecto de investigación

  
INSTITUTO TECNOLÓGICO  
SUDAMERICANO  
*pasando gente de futuro*

VICERRECTORADO ACADÉMICO

---

Loja, 15 de Julio del 2022  
Of. N° 502 -VDIN-ISTS-2022

Sr.(ta). QUICHIMBO CHIRIGUAY WILTER STEVEN  
**ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

Ciudad

De mi consideración:

Por medio de la presente me dirijo a ustedes para comunicarles que una vez revisado el anteproyecto de investigación de fin de carrera de su autoría titulado **ELABORAR UN MANUAL DE ANÁLISIS Y ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA GENERADOR DE HIDRÓGENO PARA EL VEHÍCULO (CHERYQQ1.1 A GASOLINA) COMO ECONOMIZADOR DE COMBUSTIBLE EN LA CIUDAD DE LOJA DURANTE EL PERIODO ABRIL-OCTUBRE 2022.**, el mismo cumple con los lineamientos establecidos por la institución; por lo que se autoriza su realización y puesta en marcha, para lo cual se nombra como director de su proyecto de fin de carrera (el/la) Ing. EDDY XAVIER SANTIN TORRES.

Particular que le hago conocer para los fines pertinentes.

Atentamente,

  
Ing. Germán Patricio Villamarín Coronel Mgs.  
VICERRECTOR DE DESARROLLO E INNOVACION DEL ISTS

  
"INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO"  
VICERRECTORADO  
"SUDAMERICANO"

---

Matriz: Miguel Riofrío 156-25 entre Sucre y Bolívar. Telfs: 07-2587258 / 07-2587210 Pagina Web:  
[www.tecnologicosudamericano.edu.ec](http://www.tecnologicosudamericano.edu.ec)

### 13.5 Certificación de aprobación de Abstract



CERTF. N° 027-JG-ISTS-2022  
Loja, 21 de Octubre de 2022

*El suscrito, Lic. Jordy Christian Granda Feijoo, Mgs., COORDINADOR-DOCENTE DEL ÁREA DE INGLÉS - CIS DEL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO "SUDAMERICANO", a petición de la parte interesada y en forma legal,*

**CERTIFICA:**

*Que el apartado **ABSTRACT** del Proyecto de Investigación de Fin de Carrera de los señores **GUAMAN ARMIJOS JIMMY EMANUEL** y **QUICHIMBO CHIRIGUAY WILTER STEVEN** estudiantes en proceso de titulación periodo Abril – Noviembre 2022 de la carrera de **MECÁNICA AUTOMOTRIZ**; está correctamente traducido, luego de haber ejecutado las correcciones emitidas por mi persona; por cuanto se autoriza la presentación dentro del empastado final previo a la disertación del proyecto.*

*Particular que comunico en honor a la verdad para los fines académicos pertinentes.*

**English is a piece of cake!**



*Lic. Jordy Christian Granda Feijoo, Mgs.*  
**COORDINADOR-DOCENTE DEL ÁREA DE INGLÉS ISTS - CIS**

### 13.6 Modelo de encuesta

Encuesta Acerca Del Uso De Hidrógeno En Motores De Combustión Interna Mediante La Adaptación De Un Dispositivo Generador De Hidrógeno A Un Vehículo

Nombre De La Cooperativa:

.....

Registro Municipal:

.....

SEXO: M( ) F( )

1. ¿Cuánto gasta usted semanalmente en combustible para su vehículo?

- 40-50\$
- 50-60\$
- 70-80\$
- Mas de 80\$

2. ¿Qué tipo de combustible utiliza usted para su vehículo?

- Eco-país
- Extra
- Super
- Diesel

3. ¿Sabía usted que el motor de su vehículo produce gases contaminantes?

- Si conozco
- Muy poco
- Nada

4. ¿Cuál de los siguientes combustibles alternativos conoce usted?

- Hidrógeno + gasolina
- Etanol
- Hidrógeno
- Biodiesel

5. ¿Sabía usted que el hidrógeno puede ser utilizado como combustible?

- Si
- Me han comentado
- No

6. ¿Conoce usted los beneficios del hidrógeno combinado con la gasolina?
- Si conozco
  - Muy poco
  - Nunca he escuchado
7. ¿Conoce usted acerca de los dispositivos generadores de hidrógeno que ahorran combustibles?
- Me han comentado
  - Poco conozco
  - Nada
8. ¿Conoce usted o ha escuchado en el cantón Loja el uso de dispositivos generadores de hidrógeno adaptados a un vehículo a gasolina?
- Muy poco
  - Si escuchado
  - No tengo idea
9. ¿Estaría usted dispuesto a colocar en su vehículo un dispositivo que genere gas de hidrógeno a partir del agua?
- Aceptaría
  - Talvez lo pensaría
  - No Aceptaría
10. ¿Qué cantidad estaría dispuesto a pagar por un dispositivo generador de hidrógeno que ahorra combustible?
- 100\$
  - 140\$
  - 170\$
  - Mas de 170\$
11. ¿Cree usted que es conveniente implementar dispositivos ahorradores de combustible para vehículos a nivel local?
- Si estoy de acuerdo
  - Podría ser conveniente
  - No estoy de acuerdo

## 13.7 Evidencia fotográfica

### Figura 58

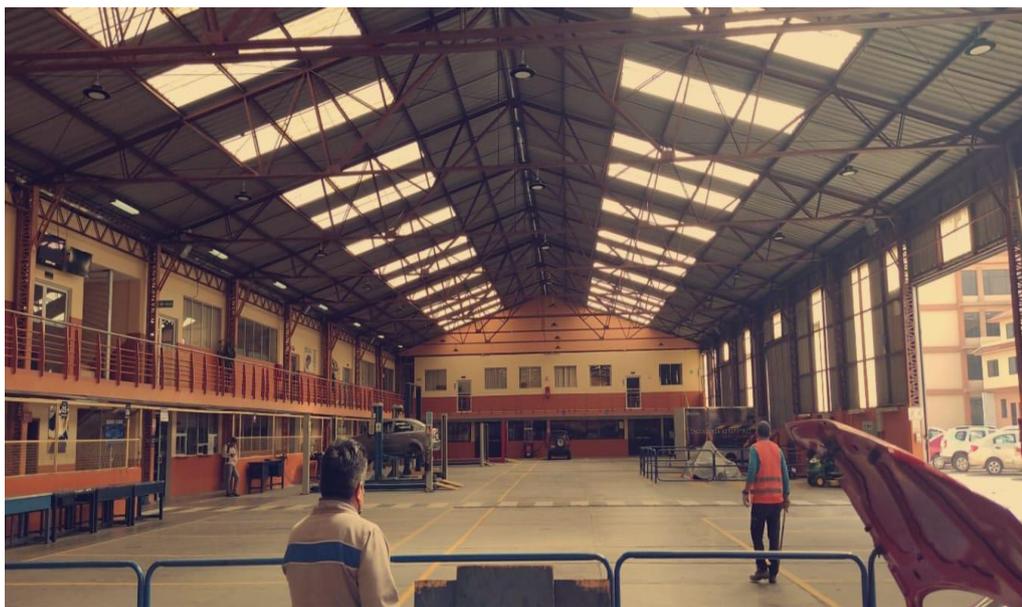
*Banco Dinamometro*



Nota. Guamán & Quichimbo, 2022

### Figura 59

*Taller Automotriz de la UPS*



Nota. Guamán & Quichimbo, 2022

## Figura 60

*Institución UPS*



*Nota. Guamán & Quichimbo, 2022*

## Figura 61

*Resultado del dinamometro*



*Nota. Guamán & Quichimbo, 202*

## Figura 62

*Instalacion del generador*



*Nota. Guamán & Quichimbo, 2022*

## Figura 63

*Llenado del dispositivo*



*Nota. Guamán & Quichimbo, 2022*

**Figura 64**

*Laboratorios del ISTS*



*Nota. Guamán & Quichimbo, 2022*



Cuenca, 30 de septiembre del 2022

**ING. CHRISTIAN OMAR PULLA MOROCHO, DOCENTE DE LA  
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ DE LA UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA SALESIANA –SEDE CUENCA**

**CERTIFICA:**

Que, los Señores: Wilter Steven Quichimbo Chiriguay con C.I: 0503542284 y Jimmy Emanuel Guamán Armijos con C.I: 1104791270, estudiantes del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja, fueron autorizados por el Señor Vicerrector de la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca, para realizar pruebas de potencia y torque a un vehículo marca: CHERY QQ 1.1, placas: ABD-3964, en el banco dinamométrico MAHA de los laboratorios de Ingeniería Automotriz, el día jueves 29 de Septiembre del 2022 como requerimiento para su Proyecto de Titulación.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Atentamente,



Ing. Christian O. Pulla M., M.Sc.  
**DOCENTE DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ – UPS SEDE CUENCA**  
C.I: 0103570602  
E-mail: [cpulla@ups.edu.ec](mailto:cpulla@ups.edu.ec) Celular: 0959191943

**INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

---

Calle Vieja 12-39 y Elia Liut. PBX: (+593 7)  
4135250 [www.ups.edu.ec](http://www.ups.edu.ec) Cuenca – Ecuador

**Figura 65**

*Facturas de pruebas*



R.U.C.: 0190151530001

**FACTURA**

No. 001-917-000005403

**NÚMERO DE AUTORIZACIÓN**

2909202201019015153000120019170000054030174959318

**FECHA Y HORA DE AUTORIZACIÓN** 29/09/2022 11:29 AM

**AMBIENTE:** PRODUCCIÓN

**EMISIÓN:** AUTORIZADO

**CLAVE DE ACCESO**



2909202201019015153000120019170000054030174959318

**UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**

**Dirección Matriz:** CALLE VIEJA 12-30 Y ELIA LIUT

**Dirección Sucursal:** CALLE VIEJA 12-30 Y ELIA LIUT

**Contribuyente Especial Nro.** 5504

**OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD** SI

**Razón Social / Nombres y Apellidos:** GUMAN RMIJOS JIMMY DANIEL **RUC / CI:** 1104791270

**Fecha Emisión:** 29/09/2022 **Guía Remisión:**

Cod. Principal	Cod. Auxiliar	Cant	Descripción	Precio Unitario	Descuento	Precio Total
0856		1.0000	PRUEBAS DE TORQUE Y POTENCIA A UN VEHICULO MARCA CHERRY, PLACAS ABD-3964	80.00	0.00	80.00

**Información Adicional**

email jimmyguaman03dh@hotmail.com

direccion BARRIO LOS GERANIOS

telefono

observaciones:

nota: INSTITUCION EXENTA DE IMPUESTO A LA RENTA

SUBTOTAL 12%	80.00
SUBTOTAL 0%	0.00
SUBTOTAL No objeto de IVA	0.00
SUBTOTAL Exento de IVA	0.00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	80.00
TOTAL Descuento	0.00
ICE	0.00
IVA 12%	9.60
IRBPNR	0.00
PROPINA	0.00
<b>VALOR TOTAL</b>	<b>89.60</b>

Forma de Pago	Valor
SIN UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO	89.60

Nota: Emitido por la UPS

Figura 66

Factura del sensor

**UNDA MERA**  
VENTA DE REPUESTOS AUTOMOTORES  
AUTOPARTES  
R.U.C. 1706795950001  
AUT. SRI NRO. 1130471917

Unda Mera Bernardo Gonzalo  
0987842192  
bernardo.unda@gmail.com  
18 de Noviembre 188-33 y José Félix de Valdivia (frente a la Coop. Jardín Azuay)

FACTURA 001-001-00 N° 0002011  
"CONTRIBUYENTE RÉGIMEN SIMPE"

Fecha: Loja 27 - 9 - 2022

Cliente: WILTER STEVEN QUICHIMBO CHIRIGUAY  
Ruc: 0503542284  
Dirección: LOS OPERADORES  
Telef: 0984788518  
Contado.

Cant.	Descripción	P.U.	P. Total
1	SENSOR OXIGENO GREAT WALL CORTO 4G6	51.79	51.79

Efectivo  
Son: Cincuenta y ocho 00/100 dólares

Subtotal	51.79
Descuento	0.00
IVA 12%	6.21
<b>Total</b>	<b>58.00</b>

FIRMA AUTORIZADA  
FIRMA CLIENTE

FORMA DE PAGO Efectivo  Tarjeta de Crédito/Débito  Dinero Electrónico  Otros

EASYPRINT - Edgar Gaio Muñoz Guzmán - R.U.C.: 1103356166001 AUT. N° 13486 - Tel.: 2586564  
Fecha de Autorización: 13/Septiembre/2022 - Fecha de Caducidad: 13/Septiembre/2023 - Emisión: 000002001 - 000002100  
ORIGINAL: ADQUIRENTE - COPIA: EMISOR Impreso en: EASYPRINT | 0992167306

Nota. Guamán & Quichimbo, 2022

Figura 67

Factura de kit de hidrógeno

**Cabrera Briceño Vinicio Alexander**  
R.U.C. 1104975196001 N° AUT. SRI. 1129096269  
"CONTRIBUYENTE RÉGIMEN FACTURAS"  
EBOCCE3M9FEE SAS

N° 000000380

FECHA DE EMISIÓN  
DÍA MES AÑO  
15 09 2022  
DOCUMENTO CATEGORIZADO: FIC

Dir.: EL VALLE JOSE MARIA SAMANIEGO S/N Y AV. SALVADOR BUSTAMANTE CELI - Cel. 0961143779  
Email: vc.alexander2605@gmail.com - L.O.J.A. - ECUADOR

CLIENTE: Jimmy Guaman  
DIRECCIÓN: heja  
R.U.C./C.I.: 1104975196001 TELF.: 0961143779

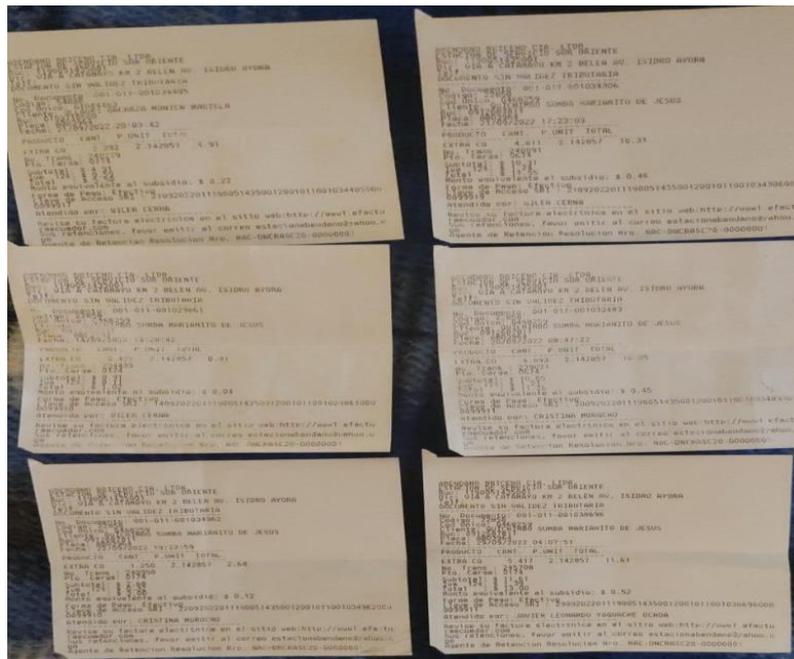
CANT.	DESCRIPCIÓN	V. UNIT	V. TOTAL
1	Dispositivo generador de hidrogeno		170
EFFECTIVO <input checked="" type="checkbox"/> DINERO ELECTRONICO		Subtotal 12 \$	
MARCA DE CRÉDITO / DÉBITO OTROS		Subtotal 0 \$	
JUAN CARLOS VÁSQUEZ MOROCHO – IMPRENTA J.C. VÁSQUEZ R.U.C. 1104307180001 – ALTE. Nº 11386 – EMISIÓN: 000000351 – 000000450 FECHA: 25/Noviembre/2021 – VÁLIDA EMISIÓN HASTA: 25/Noviembre/2022		Desuento	
 FIRMA AUTORIZADA  FIRMA CLIENTE		IVA 0%	
		TOTAL \$ 170	

ORIGINAL: ADQUIRENTE COPIAL: EMISOR

Nota. Guamán & Quichimbo, 2022

Figura 68

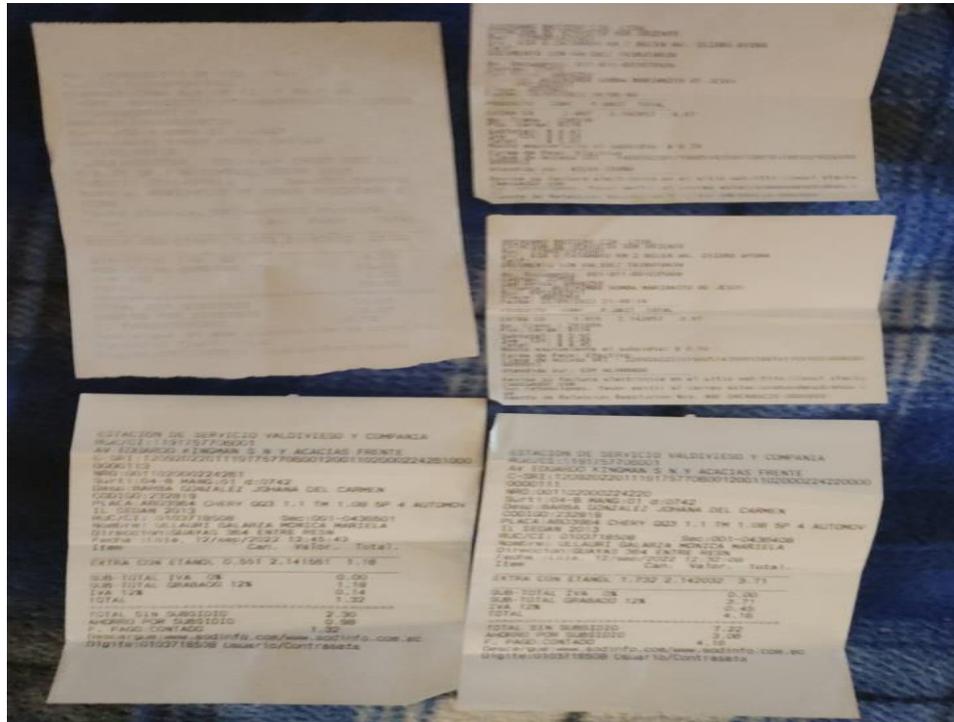
Facturas de gasolina



Nota. Guamán & Quichimbo, 2022

Figura 69

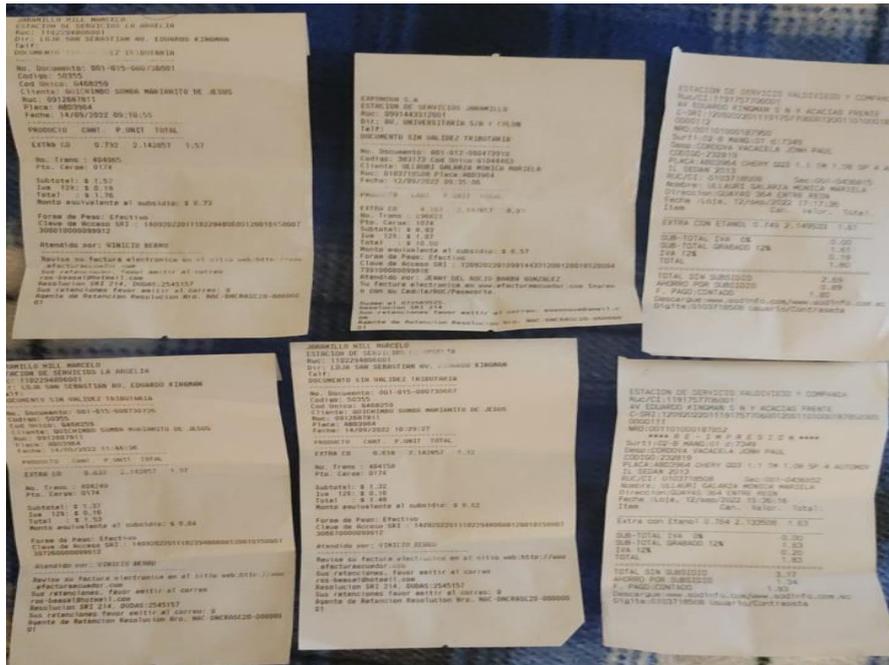
Facturas de gasolina



Nota. Guamán & Quichimbo, 2022

Figura 70

Facturas de gasolina



Nota. Guamán & Quichimbo, 2022

