



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA**

**CARACTERIZACIÓN DE MEZCLAS DE GASOLINA EXTRA-  
COMERCIAL CON BIOIL OBTENIDO A PARTIR DE PIRÓLISIS  
DE MEZCLAS DE POLIPROPILENO Y POLIESTIRENO**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA QUÍMICA**

**AUTORA:**

**JESSICA MARISOL AGUALONGO COLES**

Riobamba – Ecuador

2022



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA**

**CARACTERIZACIÓN DE MEZCLAS DE GASOLINA EXTRA-  
COMERCIAL CON BIOIL OBTENIDO A PARTIR DE PIRÓLISIS  
DE MEZCLAS DE POLIPROPILENO Y POLIESTIRENO**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA QUÍMICA**

**AUTORA: JESSICA MARISOL AGUALONGO COLES**

**DIRECTOR: Ing. PAUL GUSTAVO PALMAY PAREDES, PhD.**

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Jessica Marisol Agualongo Coles

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliografía del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, JESSICA MARISOL AGUALONGO COLES, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 24 de noviembre de 2022.



**Jessica Marisol Agualongo Coles**

**C.I. 1754421517**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA**

El Tribunal de Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **CARACTERIZACIÓN DE MEZCLAS DE GASOLINA EXTRA COMERCIAL CON BIOIL OBTENIDO A PARTIR DE PIRÓLISIS DE MEZCLAS DE POLIPROPILENO Y POLIESTIRENO**, realizado por la señorita **JESSICA MARISOL AGUALONGO COLES**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Mabel Mariela Parada Rivera, Mgs. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2022-12-01
Ing. Paúl Gustavo Palmay Paredes, PhD. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2022-12-01
Ing. Mónica Lilián Andrade Avalos, Mgs. <b>ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2022-12-01

## **DEDICATORIA**

A mi mamita Dolores que desde el cielo guio mi camino para llegar donde ahora estoy. A mi padre Oswaldo por ser mi motor que siempre me ha brindado su apoyo incondicional en todo lo que he necesitado a lo largo de mi formación profesional, sus consejos me llevaron a ser una persona de bien y ha no rendirme. A mi abuelita Rosa quien es la razón por la que lucho cada día por lograr mis sueños y el suyo, sus enseñanzas y consejos me ayudaron a no desmayar en los instantes difíciles. A mi hermano Paul y madrastra Martha quienes me han motivado para culminar mi carrera universitaria.

*Jessica*

## **AGRADECIMIENTO**

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por darme la oportunidad de obtener una profesión y ser una ayuda para la sociedad. A todos mis ingenieros quienes aportaron con sus conocimientos en toda mi formación universitaria en especial a mi tutor ingeniero Paul Palmay y asesora ingeniera Mónica Andrade por haberme brindado su apoyo, guía, consejos y paciencia a lo largo de mi trabajo de titulación. A mí querido padre por brindarme su apoyo incondicional, por estar conmigo en las buenas y en las malas, por sus consejos, tolerancia y cariño, por ser un excelente padre y madre al mismo tiempo. A mis mejores amigos Shirley, Vanessa y Robinson quienes me han motivado, aconsejado y me han brindado momentos de felicidad a lo largo de toda la carrera universitaria.

*Jessica*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN .....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

1.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1.	Planteamiento del Problema.....	2
1.2.	Limitaciones y delimitaciones.....	3
1.2.1.	<i>Limitaciones</i> .....	3
1.2.2.	<i>Delimitaciones</i> .....	3
1.3.	Problema General de Investigación .....	3
1.4.	Problemas específicos de investigación.....	3
1.5.	Objetivos.....	4
1.5.1.	<i>Objetivo General</i> .....	4
1.5.2.	<i>Objetivos específicos</i> .....	4
1.6.	Justificación.....	4
1.6.1.	<i>Justificación Teórica</i> .....	4
1.6.2.	<i>Justificación Metodológica</i> .....	5
1.6.3.	<i>Justificación Práctica</i> .....	5
1.7.	Hipótesis .....	6
1.7.1.	<i>Hipótesis General</i> .....	6
1.7.2.	<i>Hipótesis Específicas</i> .....	6

### CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO.....	7
2.1.	Antecedentes de investigación .....	7
2.2.	Referencias Teóricas.....	8
2.2.1.	<i>Poliestireno</i> .....	8
2.2.2.	<i>Polipropileno</i> .....	9

2.2.3.	<i>Pirólisis</i> .....	9
2.2.4.	<i>Biocombustible</i> .....	10
2.2.5.	<i>Gasolina</i> .....	10
2.2.5.1.	<i>Propiedades Fisicoquímicas</i> .....	11
2.2.6.	<i>Normativa INEN para gasolina extra</i> .....	14

### CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	16
3.1.	<b>Enfoque de investigación</b> .....	16
3.2.	<b>Nivel de Investigación</b> .....	16
3.3.	<b>Diseño de Investigación</b> .....	16
3.3.1.	<i>Según la manipulación o no de la variable independiente</i> .....	18
3.4.	<b>Tipo de estudio</b> .....	18
3.5.	<b>Población y Planificación, Selección y Cálculo del tamaño de la muestra</b> .....	18
3.5.1.	<i>Unidad de análisis</i> .....	18
3.5.2.	<i>Población de estudio</i> .....	19
3.5.3.	<i>Tamaño de la muestra</i> .....	19
3.5.4.	<i>Selección de la muestra</i> .....	19
3.6.	<b>Métodos, técnicas e instrumentos de investigación</b> .....	19
3.6.1.	<i>Proceso de secado</i> .....	19
3.6.2.	<i>Mezclas con gasolina extra</i> .....	20
3.6.3.	<i>Determinación del Flash Point</i> .....	20
3.6.4.	<i>Destilación</i> .....	21
3.6.5.	<i>Determinación del grado API</i> .....	22
3.6.6.	<i>Determinación el poder calorífico</i> .....	22

### CAPÍTULO IV

4.	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	24
4.1.	<b>Curvas de Destilación</b> .....	24
4.1.1.	<i>Curva de Destilación 2%</i> .....	24
4.1.2.	<i>Curva de Destilación 5%</i> .....	26
4.1.3.	<i>Destilación al 10%</i> .....	27
4.2.	<b>Análisis de grados API</b> .....	30
4.2.1.	<i>Cálculo de la densidad API al 2% corregida a 60 °F</i> .....	31

4.2.2.	<i>Grados API al 5% corregidos a 60 °F</i> .....	32
4.2.3.	<i>Grados API al 10% corregidos a 60 °F</i> .....	32
4.3.	<b>Poder calorífico</b> .....	33
4.4.	<b>Flash point</b> .....	35
4.5.	<b>Octanaje</b> .....	35
4.6.	<b>Densidad</b> .....	36
4.7.	<b>Pruebas de Funcionamiento, Dinamómetro</b> .....	38
4.7.1.	<i>Torque y potencia</i> .....	38
4.7.2.	<i>Emisiones de gases</i> .....	42
4.8.	<b>Validación de las hipótesis</b> .....	44
4.8.1.	<i>Hipótesis general</i> .....	44
4.8.2.	<i>Hipótesis específicos</i> .....	44

## **CAPÍTULO V**

5.	<b>MARCO PROPOSITIVO</b> .....	46
5.1.	<b>Propuesta</b> .....	46

	<b>CONCLUSIONES</b> .....	47
--	---------------------------	----

	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	48
--	------------------------------	----

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b>	Clases de crudos en función de la densidad API.....	13
<b>Tabla 2-2:</b>	Productos del petróleo y su gravedad específica.....	13
<b>Tabla 3-2:</b>	Requisitos de la gasolina extra (87 RON).....	14
<b>Tabla 1-3:</b>	Muestras de Bio Oil y Gasolina Extra.....	17
<b>Tabla 2-3:</b>	Manipulación de la variable independiente.....	18
<b>Tabla3-3:</b>	Proceso de Secado de Bio Oil.....	19
<b>Tabla 4-3:</b>	Mezclas con gasolina extra.....	20
<b>Tabla 5-3:</b>	Determinación del flash point.....	20
<b>Tabla 6-3:</b>	Destilación.....	21
<b>Tabla 7-3:</b>	Proceso de determinación de los grados API.....	22
<b>Tabla 8-3:</b>	Determinación del poder calorífico.....	22
<b>Tabla 1-4:</b>	Datos experimentales de Destilación al 2%.....	24
<b>Tabla 2-4:</b>	Datos corregidos.....	25
<b>Tabla 3-4:</b>	Datos experimentales de Destilación al 5%.....	26
<b>Tabla 4-4:</b>	Datos Corregidos.....	27
<b>Tabla 5-4:</b>	Destilación al 10%.....	27
<b>Tabla 6-4:</b>	Datos Corregidos.....	28
<b>Tabla 7-4:</b>	Datos Experimentales para la Determinación de Densidad API.....	30
<b>Tabla 8-4:</b>	Resultados obtenidos de la densidad API.....	33
<b>Tabla 9-4:</b>	Resultados de Poder calorífico.....	34
<b>Tabla 10-4:</b>	Determinación del Flash point.....	35
<b>Tabla 11-4:</b>	Análisis de octanaje.....	35
<b>Tabla 12-4:</b>	Análisis de densidad.....	36
<b>Tabla 13-4:</b>	Recopilación de Resultados.....	37
<b>Tabla 14-4:</b>	Valores máximos de torque y potencia en el motor.....	38
<b>Tabla 15-4:</b>	Resultados de emisiones de gases.....	42
<b>Tabla 16-4:</b>	Resultados experimentales de diferentes mezclas de combustible con características de emisión y temperaturas.....	44
<b>Tabla 1-5:</b>	Características de la mezcla más viable (M2- 5%).....	46

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1-2:</b>	Proceso de producción de plástico .....	9
<b>Ilustración 2-2:</b>	Esquema de la Unidad de reacción.....	10
<b>Ilustración 1-3:</b>	Diseño experimental.....	17
<b>Ilustración 1-4:</b>	Curvas de Destilación ASTM D-86 .....	29
<b>Ilustración 2-4:</b>	Curva de potencia.....	39
<b>Ilustración 3-4:</b>	Curvas de Torque .....	41

## ÍNDICE DE ANEXOS

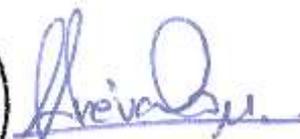
- ANEXO A:** PETRÓLEO CRUDO GENERALIZADO, CORRECCIÓN DE GRAVEDAD API OBSERVADA A GRAVEDAD API A 60 °F
- ANEXO B:** PETRÓLEO CRUDO GENERALIZADO, CORRECCIÓN DE GRAVEDAD API OBSERVADA A GRAVEDAD API A 60 °F
- ANEXO C:** ANÁLISIS DE OCTANAJE Y DENSIDAD A LAS MEZCLAS DE BIOCOMBUSTIBLE 2, 5 Y 10 %
- ANEXO D:** NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 935 PRODUCTOS DERIVADOS DE PETRÓLEO.
- ANEXO E:** PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, MUESTRA ESTANDAR GASOLINA
- ANEXO F:** COMBUSTIBLE AL 2%
- ANEXO G:** COMBUSTIBLE AL 5%
- ANEXO H:** COMBUSTIBLE AL 10%
- ANEXO I:** RESULTADO DE TORQUE Y POTENCIA MUESTRA ESTANDAR
- ANEXO J:** RESULTADO DE TORQUE Y POTENCIA MUESTRA AL 2%
- ANEXO K:** RESULTADO DE TORQUE Y POTENCIA MUESTRA AL 5%
- ANEXO L:** RESULTADO DE TORQUE Y POTENCIA MUESTRA AL 10%
- ANEXO M:** PROCESO DE DESACADO DEL BIOCOMBUSTIBLE
- ANEXO N:** PREPARACIÓN DE MEZCLAS DE GASOLINA EXTRA CON BIO OIL AL 2, 5 Y 10%
- ANEXO O:** DESTILACIÓN DEL BIOCOMBUSTIBLE
- ANEXO P:** ANÁLISIS DE FLASH POINT
- ANEXO Q:** DETERMINACIÓN DE LOS GRADOS API
- ANEXO R:** DETERMINACIÓN DEL PODER CALORÍFICO

## RESUMEN

El objetivo fue realizar mezclas de Bioil obtenido de pirolisis de mezclas de polipropileno al 25% y poliestireno al 75%, en la cual se varió los porcentajes de mezcla entre bioil y gasolina extra, cuyos porcentajes fueron al 2, 5 y 10% con la finalidad de mejorar sus características, para lo cual se caracterizó varias propiedades como el octanaje, densidad, poder calorífico, flash point, grados API, gravedad específica y destilación. Se inició con el proceso de desecado y eliminación de gomas del aceite pirolítico, empleando sulfato de calcio deshidratado, además, se utilizó una centrifugadora para la separación del bioil y el desecante, obteniendo bioil sin agua, luego se procedió a las mezclas entre el bioil y la gasolina extra a los distintos porcentajes, en la cual se tomó un volumen base de preparación de 3 litros, durante este proceso se dio la formación de gomas de parafina existente en el bioil, la misma que se extrajo de la mezcla líquida sin alteración alguna. Se caracterizó la muestra estándar y las mezclas obtenidas empleando las guías técnicas de laboratorio, además, se realizaron pruebas de funcionamiento a las tres mezclas y la muestra estándar, en un motor a gasolina con un volumen de 3 litros c/u. Con la ayuda del dinamómetro, analizador de gases y el escáner fue posible obtener resultados como la potencia, torque, emisiones de gases, las temperaturas del aire, ambiente y motor. Los resultados arrojados de todos los análisis determinaron que la mezcla más idónea es al 5%, con un octanaje de 95,25 RON, poder calorífico 49.8661 KJ/Kg y potencia de 58.1 Hp, esta mezcla obtuvo un buen desarrollo en el automotor Chevrolet spark 1.0 y una estabilidad prolongada de la potencia a más de 5800 RPM. Se recomienda realizar investigaciones con concentraciones mayores al 10%.

**Palabras clave:** <BIO OIL >, <GASOLINA EXTRA >, <MEZCLA >, <OCTANAJE >, <ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO>, <PODER CALORÍFICO>, <DINAMÓMETRO>, <BIOCOMBUSTIBLE >.

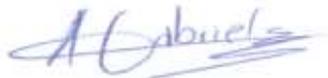


  
0028-DBRA-UPT-2023

## SUMMARY

The objective dealt with making mixtures of bioil obtained from pyrolysis of 25% polypropylene and 75% polystyrene mixtures, in which the percentages of the mixture of bioil and extra gasoline were varied, whose percentages were 2, 5 and 10% in order to improve its characteristics, for which several properties such as octane, density, calorific value, flash point, API degrees, specific gravity and distillation were characterized. It began with the process of drying and elimination of gums of the pyrolytic oil, using dehydrated calcium sulfate; in addition, a centrifuge was used for the separation of bioil and desiccant, obtaining bioil without water, then the mixtures of bioil and extra gasoline at different percentages was carried out; a base volume of preparation of 3 liters was taken; during this process there was the formation of kerosene gums existing in the bioil, which was extracted from the liquid mixture without any alteration. The standard sample and the mixtures obtained were characterized using the laboratory technical guides, and the three mixtures and the standard sample were tested in a gasoline engine with a volume of 3 liters each. With the help of the dynamometer, gas analyzer and scanner it was possible to obtain results such as power, torque, gas emissions, air, environment, and engine temperatures. The results of all the analyses determined that the most suitable mixture is 5%, with an octane number of 95.25 RON, calorific value of 49.8661 KJ/Kg and power of 58.1 Hp, this mixture determined a good performance in the Chevrolet Spark 1.0 and a prolonged stability of the power at more than 5800 RPM. It is recommended to carry out investigations with concentrations higher than 10%.

**Keywords:** <PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS>, <BIOFUEL>, <BIO OIL>, <EXTRA GASOLINE>, <MIXING MIX>, <OCTANAGE>, <CALORIFIC POWER>, <DYNAMOMETER>.



**Mgs. Ana Gabriela Reinoso Espinosa**

110369613-2

## **INTRODUCCIÓN**

Uno de los combustibles fósiles más utilizados a nivel mundial es la gasolina que es la fuente de energía primordial en los automotores, los mismos que emiten grandes cantidades de gases tóxicos al ambiente, otro tipo de contaminación que se da en todo el mundo es el excesivo uso de los productos plásticos lo cual genera acumulación de los mismos, con la finalidad de buscar una alternativa al consumo del recurso no renovable como es el combustible fósil y reutilizar los plásticos, se desarrolló el presente trabajo de integración curricular denominado “Caracterización de mezclas de gasolina extra comercial con bio oil obtenido a partir de pirólisis de mezclas de polipropileno y poliestireno” en donde se va a utilizar bio oil en distintos porcentajes con la finalidad de analizar su influencia al ser mezclada con la gasolina extra, la cual se determinará mediante los análisis fisicoquímicos a las mezclas realizadas, además de realizar pruebas de funcionamiento en la cual se determinara la potencia, torque y emisiones de gases contaminantes mediante el uso del dinamómetro, un automóvil, analizador de gases y un escáner.

El trabajo de integración curricular de tipo Investigación consta de cinco capítulos, Capítulo I en donde se va a tratar las problemáticas de la investigación, limitaciones y delimitaciones que posee el presente trabajo, los objetivos a los que se pretende llegar, justificación e hipótesis. En el Capítulo II se detalla los fundamentos teóricos necesarios para entender la investigación además de exponer las investigaciones previas de temas similares. En el Capítulo III se describe toda la metodología y técnicas para la realización de los análisis y llegar a los objetivos propuestos. En el Capítulo IV se detalla los cálculos realizados y la interpretación de los resultados en comparación con investigaciones realizadas por otros autores y en otras ciudades y al igual de responder a las hipótesis planteadas. En el Capítulo V realizamos una propuesta en base a los resultados obtenidos de la mejor mezcla la misma que se podría emplear ya en motores. Finalmente finalizamos con las conclusiones y recomendaciones logradas en este proyecto investigativo.

# CAPÍTULO I

## 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Planteamiento del Problema

El uso de los combustibles fósiles en el contorno ha generado diversos problemas que actualmente luchan por minimizar, como es la contaminación del medio ambiente y de la capa de ozono debido a la producción del gas invernadero, el mismo que es consecuencia de utilizar los combustibles en la calefacción, cocción, transporte entre otros usos (Tipantasig y Cordova 2017, p.34).

De acuerdo con Ferrari (2013, p.5) los combustibles fósiles son recursos no renovables que después de dos siglos de predominio no existe la misma abundancia, y por otro lado la formación tarda millones de años y necesariamente debe cumplir con una serie de eventos geológicos que no suceden de manera continua, sino solo se dieron en ciertos épocas y en determinadas partes del planeta, cabe mencionar que la velocidad de generación es menor a la velocidad de consumo existiendo un pico y un declive en la producción por lo cual en la actualidad buscan alternativas para sustituir los combustibles a base de recursos renovables.

Los altos precios de las fuentes de energía y la explotación masiva de las reservas de hidrocarburos han conllevado a la obtención de Bio Oil que es un biocombustible, la cual minimiza los desperdicios de alimentos como son los residuos plásticos, los cuales poseen una degradación de largo tiempo en condiciones ambientales normales que sobrepasa de los 500 años por tal razón se opta dar un tratamiento a los poliméricos por medio de la pirólisis, en estudios ya realizados mencionan que posee un buen rendimiento al emplear esta técnica (Qing et al. 2022, p.4). Dentro de los principales países productores de biocombustible líquidos se encuentra: Estados Unidos (40%), Brasil (23%), Indonesia (5%), China (3%) y Alemania (3%), el 26% restante se distribuye en el resto de países (Torroba, 2020, p.54).

En el Ecuador desde el año 2019 se ha presentado un proyecto en la cual se da un reciclaje a los residuos plástico siendo la primera en América del sur el contar con este proceso de última tecnología en la cual se empleará un mecanismo Ingenieril inversa como la pirólisis (El comercio 2019). Según (El diario, 2021, p.12), la empresa Plásticas empresa estadounidense ubicada en Ecuador trabaja con 7 tipos de plásticos para la obtención de distintos combustibles como el coke, GLP, parafina, Kerosene, Diesel y Gasolina. Pretendiendo la reducción de la contaminación ambiental ya que en Ecuador se genera alrededor de 4 millones de residuos sólidos al año.

## **1.2. Limitaciones y delimitaciones**

### ***1.2.1. Limitaciones***

En la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo no cuentan con los equipos necesarios para realizar los análisis completos al bio combustible, como son los análisis de contenido de azufre para la cual se necesita un equipo espectrómetro de fluorescencia y otros tipos de análisis. Otro factor para que no se dé un estudio a profundidad fue el costo de los mismos ya que sobrepasaban de los presupuestos estipulados.

Otra limitación que se presentó fue al momento de determinar el punto de fusión y punto de ignición, debido que el termómetro especial para el equipo de flash point no indica temperaturas menores de 5°C por lo cual no se puede determinar con exactitud cuyos datos.

### ***1.2.2. Delimitaciones***

Dentro del presente trabajo se realizó estudios específicamente con porcentajes establecidos en las mezclas de Bio Oil al 2, 5 y 10 % en gasolina extra, además de realizar análisis que estén dentro de la posibilidad de los laboratorios de la facultad de Ciencias y realizar exclusivamente análisis de octanaje, potencia y torque en instalaciones exteriores.

## **1.2. Problema General de Investigación**

¿Cómo influye el Bioil obtenido mediante pirólisis de mezclas de polipropileno y poliestireno al mezclar con gasolina extra comercial?

## **1.4. Problemas específicos de investigación**

- ¿Qué mezcla cumple o está dentro de los parámetros establecidos por las normas INEN para productos derivados del petróleo, gasolinas?
- ¿La nueva fuente de energía renovable reemplazara en cierta parte el uso del combustible fósil?

## **1.5. Objetivos**

### ***1.5.1. Objetivo General***

Caracterizar mezclas de gasolina extra comercial con Biooil obtenido a partir de pirólisis de mezclas de polipropileno y poliestireno.

### ***1.5.2. Objetivos específicos***

- Elaborar mezclas al 2, 5 y 10% en volumen de Bio Oil obtenido de la pirolisis de mezclas de 75% de PS y 25% PP con gasolina extra comercial.
- Analizar las propiedades fisicoquímicas de las mezclas obtenidas empleando las normas INEN para productos derivados de petróleo, gasolina y normas ASTM D.
- Realizar pruebas de funcionamiento de las mezclas de Bio Oil y gasolina extra comercial en motores de combustión interna.

## **1.6. Justificación**

### ***1.6.1. Justificación Teórica***

Varias empresas y gobiernos de distintas ciudades realizan campañas para presentar los biocombustibles como una fuente alternativa ante la contaminación ambiental con el objetivo de que sean más amigables y que ayudarían a combatir el cambio climático, además de sustituir una parte significativa del petróleo utilizado en combustibles para transporte, originando una disminución de los gases contaminantes (Salinas Callejas y Gasca Quezada, 2010, p.3).

Dentro de las principales alternativas de combustible se encuentra el biodiesel y los alcoholes metanol y etanol, las cuales representan una reducción en el utilización de combustible de origen fósil como también de la contaminación ambiental reduciendo sus emisiones de dióxido de carbono (Rocha et al., 2019, p.3).

Un biocombustible obtenido a partir de los residuos plásticos son de gran beneficio, ya que nos ayuda a reducir la gran demanda existente de los mismos en los vertederos de todas las ciudades, debido que no son de largo uso y no son biodegradables generando problemas en los centros de acopio a los pobladores aledaños en su salud, para lo cual se emplea la técnica de pirolisis en donde los polímeros se descomponen térmicamente sin la presencia del oxígeno a altas temperaturas que oscilan de 300 y 900°C dependiendo del residuo a tratar y que se quiere obtener (Amar Gil et al., 2020, p.2).

La composición de los bio aceites está dada por grupos oxigenados en gran cantidad que posee varias funciones químicas, diferenciándolas de los combustibles derivados del petróleo por su contenido mínimo de nitrógeno y azufre pero posee una mala calidad impidiendo su uso directo como combustible, debido que inviste en cantidades elevadas de oxígeno y agua, además, por su poder calorífico bajo, viscosidad, acidez, naturaleza corrosiva y mal almacenamiento generando que el producto se estropee (Panero et al., 2022, p.12).

Esta investigación pretende realizar mezclas de Bio Oil con combustible derivado del petróleo denominado gasolina extra, en la cual se realizará estudios a sus propiedades físicas y químicas como la viscosidad, flash point entre otras, además de realizar pruebas de funcionamiento en el equipo dinamómetro dando paso a futuras aplicaciones e investigaciones, también el contribuir a variar la matriz energética y producir un impacto positivo en el desarrollo territorial.

### ***1.6.2. Justificación Metodológica***

Este proyecto busca aprovechar el Bio oil obtenido a partir de pirólisis de mezclas de polipropileno y poliestireno al ser mezcladas con gasolina extra comercial en distintas proporciones del 2, 5 y 10% en composición de volumen, iniciando con la preparación de las mezclas basándonos en artículos existentes evitando alteraciones, las muestras obtenidas serán caracterizadas empleando distintos métodos de ensayos como son las normas ASTM-D y las normas INEN para derivados de petróleo, también realizar análisis a nivel de laboratorio profesional con la finalidad de obtener excelentes resultados (Rocha et al., 2019, p.71).

Se analizará el rendimiento y potencia de las mezclas realizadas, en el equipo del dinamómetro existente en la Escuelas Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica.

### ***1.6.3. Justificación Práctica***

Al poner en práctica esta investigación y tener resultados positivos, sus beneficiarios serán tanto la ciudadanía como el medio ambiente, el estudio de las mezclas de Bio Oil con gasolina extra producirá una nueva fuente de energía y reduciría en una parte el uso del combustible fósil que es un recurso no renovable además de reducir la contaminación que afecta gravemente al medio ambiente. Cabe mencionar que el Bio Oil es obtenido de los residuos plásticos específicamente del poliestireno y polipropileno, que en toda ciudad abundan debido que su vida útil es muy corta y es utilizado en la mayoría de los productos por lo cual siempre pasa lleno sus vertederos ocasionando molestias a la ciudadanía.

## **1.7. Hipótesis**

### ***1.7.1. Hipótesis General***

Mediante la caracterización de las mezclas de gasolina extra comercial con Bio Oil se obtendrá una mezcla idónea para la utilización como combustible

### ***1.7.2. Hipótesis Específicas***

- Mediante la formulación de mezclas se pretenderá elevar la calidad del combustible fósil al añadir Bio Oil a distintos volúmenes
- Mediante la formulación se obtendrá mezclas que cumplan con las características que rigen las normas INEN para productos derivados de petróleo, gasolina.
- Mediante la utilización del dinamómetro se realizará las pruebas de funcionamiento de las mezclas de bio oil y gasolina extra para determinar las mezclas idóneas

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de investigación

Estudios realizados de los biocombustibles ha despertado el interés de varios investigadores a nivel nacional y mundial, ya que se encuentra relacionada con el ambiente, atmosfera, fuentes laborales, economía sustentable, aprovechamiento de recursos renovables, entre otros.

Los precios elevados de los combustibles fósiles y su fluctuación diaria en el mercado internacional, conlleva a la investigación de los biocombustibles buscando alternativas para su sustitución parcial, como el estudio que realizó (Barrera et al. 2020, p. 2), en la cual se realizó la simulación y obtención de combustibles sintéticos partiendo de la pirólisis de residuos plásticos, en dicha simulación y modelos realizados se los hizo con la finalidad de minimizar la energía libre de Gibbs y mecanismos cinéticos de las reacciones generadas en la pirólisis. Además con la simulación se calculó el rendimiento en % peso y las propiedades en cada flujo de corriente, en la obtención del biocombustible a partir de residuos plásticos se vio favorecida al utilizar residuos de poliestireno > polietileno de alta densidad o polietileno de baja densidad > polietileno tereftalato teniendo como resultado que la transformación termoquímica es viable y de gran rendimiento.

Dentro de las mezclas que se pretende realizar en esta investigación, existe precedentes con otras materias primas, el cual fue realizado por Kim et al. (2021, p.12) quien empleo biodiesel para mejorar el biocombustible, al realizar la mezcla de estos dos componentes y al realizar sus respectivos análisis termo gravimétricos e infrarrojo se determinó que los componentes existentes en el Bio Oil como alcoholes, éteres, cetonas y ácidos carboxílicos contribuyo a la mejora del biodiesel adquiriendo una buena calidad. En cuanto al rendimiento de la mezcla se lo realizo en el motor de diésel de inyección directa no modificado, en la cual se determinó que la mezcla posee un retardo de encendido a diferencia del diésel, la combustión total es más rápida, su precio es similar a la del diésel y por último posee emisiones de gases mínimas.

Otro estudio realizado por (Huang et al., 2020, p.2) buscan la misma finalidad de obtener un nuevo biocombustible el mismo que se quiere dar usabilidad en un motor, en la cual sus resultados fueron excelentes, desde la preparación, composiciones moleculares, propiedades físicas y químicas.

Varios países han optado por la sustitución del combustible fósil, dentro de las cuales destaca Estados Unidos, Brasil y Australia que utilizan biocombustible con una concentración del 85% v/v, dando paso a otros estudios en distintos países como es en México

Estudios actuales continúan enfocándose más en los beneficios medio ambientales como (Mohammed et al, 2021, p.2), con ayuda de investigaciones preliminares se encontró que el biocombustible de alcohol es muy práctico para ser mezclado con combustible para motores, lo que impulso su investigación “Efecto de las mezclas de etanol y gasolina en el rendimiento del motor SI y emisiones” empleando un baño ultrasónico para una mezcla perfecta y aumentar el contenido energético en el combustible, las mezclas de etanol utilizadas son a distintas proporciones 10%, 20%, 30% y 40%, determinando a primera instancia que reduce los gases de escape nocivos, en la cual la máxima caída de emisiones de CO se da en la mezcla al 30% y emisiones de  $CO_2$  en la mezcla al 40%, aumento en el RON Y MON y disminución en el poder calorífico a diferencia de la gasolina en su estado puro, la mezcla más óptima con aumento de la eficiencia térmica es al 40% además el consumo del combustible es inferior.

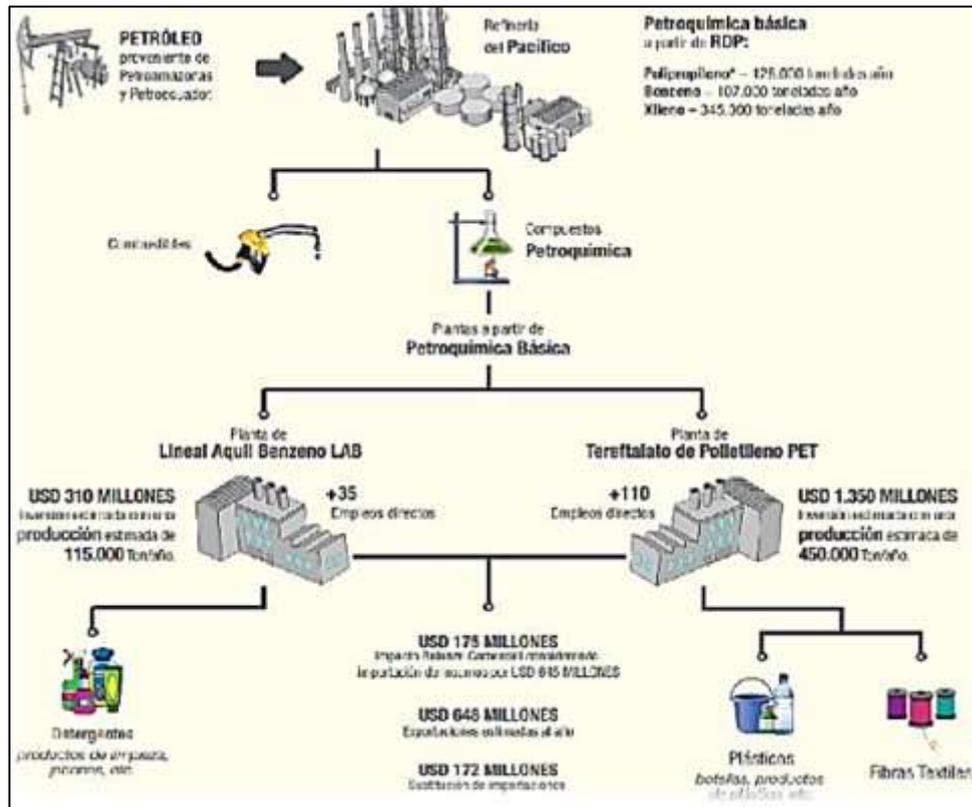
El estudio de la producción y análisis de las propiedades fisicoquímicas del aceite pirolítico obtenido por pirólisis de diferentes termoplásticos y mezclas plásticas realizado por (Palmay et al., 2022, p.15), determinaron que el Bio Oil obtenido de las mezclas de Polipropileno al 25% y poliestireno al 75% posee un poder calorífico de 42,5 MJ por Kilogramo considerándolo un producto con alto potencial que se lo puede utilizar como un agente aditivo para combustibles de origen fósil.

## **2.2. Referencias Teóricas**

### **2.2.1. Poliestireno**

El poliestireno denominado con siglas PS es un polímero termoplástico que se obtiene mediante la polimerización del estireno dentro de las cuales se derivan cuatro tipos:

- El poliestireno de cristal, sus características son rígido, transparente y delicado.
- El poliestireno choque, posee características de alto impacto, muy tenaces y de una lucidez opaca.
- El poliestireno expandido, que es muy ligero.
- El poliestireno extrusionado, posee una similitud con el poliestireno expandido con la diferencia de que esta es más denso y posee mayor impermeabilidad (Ocles, 2017, p.15-16)



**Ilustración 1-2:** Proceso de producción de plástico

Fuente: Ocles, 2017, p. 22.

### 2.2.2. Polipropileno

Denominado por sus siglas (PP) con fórmula química (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>), es un polímero que se obtiene a partir del gas petróleo y mediante el polipropileno, dentro de sus características se encuentra la gran resistencia al calor ya que se suaviza a una temperatura de 150° C también es muy duro, resistente, y opaco (Janosik 2016, p. 1). Las aplicaciones de este plástico son amplias debido a su baja densidad partiendo desde la industria más pequeña hasta las grandes industrias como la construcción, ya que son muy resistentes a los golpes, se doblan fácilmente y resisten a varios doblados dando paso a otra aplicación como material de bisagras (Caicedo et al. 2017, p. 246).

### 2.2.3. Pirólisis

La pirólisis se ha desarrollado en Japón en la época de los 80, desde su inicio ha sido uno de los procesos muy utilizados que en dicha época se empleaba en la producción de electricidad a partir de residuos sólidos urbanos, a medida que pasa el tiempo varios países han ido empleando este proceso como es España, Colombia y Ecuador. En esta última se ha realizado estudios en la cual sus resultados fueron beneficiosos, que a partir del polietileno de alta densidad mediante la

pirólisis se obtiene Diesel, Kerosene y Gasolina. En cuanto a su definición como tal, es un proceso en el cual se da la descomposición sin la intervención del oxígeno con ayuda de elevadas temperaturas de 400° y 1000°C (Mancheno et al., 2016, p.54).



**Ilustración 2-2:** Esquema de la Unidad de reacción

**Fuente:** Palmay et al., 2022.

#### ***2.2.4. Biocombustible***

Los biocombustibles son combustibles obtenidos de materia orgánica o a su vez de origen biológico de una manera renovable, dentro de ella se encuentra el bioetanol y el diésel, el bioetanol obtenido desde el maíz, remolacha, trigo y la caña de azúcar que son muy empleadas en países como Estados Unidos, Europa y Brasil, con una desventaja que amenaza a los productos alimenticios por otro lado podría elevar los costos de los mismos. En cuanto al biocombustible de segunda generación parten desde materia Lignocelulósico residuos generados en las empresas de la madera además de los residuos generados en la agricultura, las cuales al momento de ser sometidas a combustión generan calor y la electricidad (Cortés Sánchez et al. 2019, p. 1-2).

#### ***2.2.5. Gasolina***

Es un combustible obtenido del petróleo crudo mediante la destilación fraccionada la misma que está constituida por hidrocarburos con carbonos C5 hasta C11 cuyo peso no es muy elevado, cabe recalcar que en el método de obtención el combustible no se obtiene limpio, contiene impurezas

y propiedades detonantes por lo cual no son aptos y son sometidas a varios tratamientos a fin de eliminar la cantidad de azufre y derivados, estabilizar sustancias susceptibles de formar polimerización y disminuir las propiedades detonantes (Gallegos et al., 2017, p.3).

En el Ecuador existe tres tipos de combustibles comercializados que son: extra, súper y eco país. Cumplen la norma de calidad NTE INEN 935 en la cual se distinguen en el octanaje que para la gasolina súper es de 90 RON y para las gasolinas extra y eco país cumplen con 85 RON (Aguirre y Vaca, 2017, p.34).

#### *2.2.5.1. Propiedades Fisicoquímicas*

- **Poder antidetonante**

Se relaciona directamente con la temperatura de inflamación de cada uno de sus componentes, permitiendo conocer las propiedades antidetonantes las mismas que intervienen en el desempeño de las máquinas de combustión (Gallegos et al., 2017, p.43).

- **Presión de vapor**

Su función principal es reconocer la estabilidad de los compuestos teniendo en cuenta su volatilidad además de determinar si el combustible tiende a evaporarse o no cuando esta sea sometida a una temperatura de 37.8 °C. Considerando que si el combustible contiene componentes volátiles en su mayoría esta vendrá a vaporizarse representando una pérdida del combustible (Gallegos et al., 2017, p.43).

- **Octanaje**

Es la medida de la calidad antidetonante que posee un combustible, al momento de quemarse no presente ninguna detonación en el motor. Para determinar esta propiedad existe tres métodos que se pueden emplear: Número de Octano en motor (MON), número de Octano investigado (RON) y número de octano en marcha. Dentro de las cuales el último método presenta realmente el comportamiento del combustible dentro del motor en referencia a las características de detonación (Gallegos et al., 2017, p.43).

- **Poder calorífico**

Es la cantidad de calor liberada por la oxidación completa a presión atmosférica por unidad de masa o volumen del combustible. Debido a la oxidación del hidrogeno en la combustión se da como producto la formación de agua. (Gallegos et al., 2017, p.43).

- **Temperatura de Ignición**

Se hace referencia a la temperatura que debe poseer una sustancia para que sus componentes reaccionen de manera espontánea con el comburente y se produzca una fuente de calor (Gallegos et al., 2017, p.43).

- **Volatilidad**

Esta propiedad tiene relación con su mezcla, el aire y la velocidad de combustión, en la cual se forma la mezcla de aire-combustible que debe ser balanceada cuidadosamente cuya mezcla se obtiene al momento de que la gasolina se encuentra en el carburador luego se incorpora a la corriente de aire en proporciones muy pequeñas que se evaporan rápidamente (Gallegos et al., 2017, p.43).

- **Densidad API (American Petroleum Institute)**

Método empleado para la determinación de la densidad mediante la comparación con la densidad del petróleo, con la finalidad de encontrar la gravedad específica ya sea de crudos, derivados en estado líquido además de otros hidrocarburos.

Para la obtención de resultados se emplea las siguientes ecuaciones con sus respectivas correcciones:

$$^{\circ}API = \frac{141.5}{\gamma_T} - 131.5$$

$$\gamma_T = \frac{141.5}{131.5 + ^{\circ}API}$$

Para sus correcciones se utiliza las tablas #5 de la ASTM (Benjumea, 2021, p.4).

Para poder clasificar los diferentes crudos en función de la densidad API se emplea la siguiente tabla:

**Tabla 1-2:** Clases de crudos en función de la densidad API

<b>Tipo de petróleo</b>	<b>API</b>
Extrapesado	10
Pesado	10,0 – 22,3
Mediano	22,3 – 31,1
Ligero	31,1 – 39
Superligero	>39

Fuente: Benjumea, 2021.

Realizado por: Agualongo, Jessica, 2022.

- **Gravedad específica**

De acuerdo con (Benjumea 2021) esta propiedad física se encuentra relacionada la densidad de la sustancia a analizar con la densidad del agua cuyo valor es adimensional, recalcando que al aumentar la temperatura la gravedad específica tiende a disminuir. Para su determinación se utiliza la siguiente ecuación:

$$G_e = \frac{141.5}{131.5 + \text{Densidad API corregida}}$$

En la siguiente tabla se muestra la relación de algunos derivados típicos del petróleo con su gravedad específica a condiciones estándar.

**Tabla 2-2:** Productos del petróleo y su gravedad específica

<b>Productos</b>	<b>Gravedad específica</b>
Crudo	0.8 – 0.72
Gasolina	0.72 – 0.77
Kerosene	0.77 – 0.82
Aceite lubricante liviano	0.82 – 0.92
Aceite lubricante pesado	0.92 – 0.98

Asfaltos	0.98 – 1.06
----------	-------------

Fuente: Correa et al.,2014, p.5.

Realizado por: Agualongo, Jessica, 2022.

### 2.2.6. Normativa INEN para gasolina extra

La normativa tiene como finalidad indicar los requisitos necesarios que debe cumplir la gasolina para ser empleados en motores de combustión interna de encendido por chispa.

**Tabla 3-2:** Requisitos de la gasolina extra (87 RON)

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Numero de octano Research (RON)	–	87	–	NTE INEN 2102
Destilación: 10 %	°C	–	70	ASTM D86
50 %	°C	77	121	ASTM D86
90%	°C	–	189	ASTM D86
Punto final	°C	–	220	ASTM D86
Residuo de destilación	% <sup>b</sup>	–	2	ASTM D86
Relación vapor-líquido a 60°C	–	–	20	ASTM D5188
Presión de vapor	kPa	–	60	ASTM D323 ASTM D4953 ASTM D5191
Corrosión a la lámina de cobre (3h a 50°C)	–	–	1	ASTM D130
Contenido de gomas	Mg/100 mL	–	3	ASTM D381

Contenido de azufre	% <sup>b</sup>	–	0,065	ASTM D2622 ASTM D4294 ASTM D5453
Contenido de aromáticos	% <sup>b</sup>	–	30	ASTM D1319
Contenido de benceno	% <sup>b</sup>	–	1	ASTM D3606 ASTM D5580 ASTM D6277 ASTM D6730
Contenido de olefinas	% <sup>b</sup>	–	18	ASTM D1319
Estabilidad a la oxidación	min	240	–	ASTM D525 ASTM D7525
Contenido de oxígeno	% <sup>c</sup>	–	2,7	ASTM D4815 ASTM D5845
Contenido de plomo	Mg/L	–	No detectable	ASTM D3237 ASTM D5059 ASTM D5185
Contenido de manganeso	Mg/L	–	No detectable	ASTM D3831 ASTM D5185
Contenido de hierro	Mg/L	–	No detectable	ASTM D5185

Fuente: INEN, 2016.

Realizado por: Agualongo, Jessica, 2022.

## **CAPÍTULO III**

### **3. MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Enfoque de investigación**

La presente investigación tiene como enfoque primordial el minimizar los contaminantes ambientales que genera el combustible fósil en automóviles, además de buscar una fuente de energía a partir de recursos renovables como es la obtención de biocombustible a partir de los residuos plásticos como polipropileno y poliestireno para luego ser mezcladas a diferentes concentraciones con gasolina extra y ser empleadas en un motor como combustible orgánico.

#### **3.2. Nivel de Investigación**

De acuerdo a la investigación presente, los niveles que se pretende abordar son descriptivos y exploratorios. Descriptivo porque se va a describir las características de un fenómeno ya existente como es las mezclas de Bio Oil-Gasolina extra, dichas mezclas se pretende tener las mismas características emitidas por las normas INEN para productos derivados del petróleo, gasolina cuyo rendimiento y calidad sean altos. Exploratorio porque se va a explorar el Bio Oil obtenido de poliestireno y polipropileno al ser mezclada con combustible extra presenta algún cambio además de ser mezclada en distintos porcentajes buscando una alternativa a los combustibles fósiles, erradicando las emisiones de gases en un alto índice y generando una nueva fuente de energía.

#### **3.3. Diseño de Investigación**

El diseño de investigación del presente proyecto es sistémico, partiendo desde la caracterización del Bio Oil generando mezclas con la gasolina extra comercial y validando para obtener la mejor muestra. Existen variables dependientes e independientes por lo cual se emplea este método con la finalidad de que se facilite el trabajo y obtener resultados de manera rápida, sencilla y económica. La variable dependiente en este trabajo es la Gasolina extra y la variable independiente es el Bio Oil.

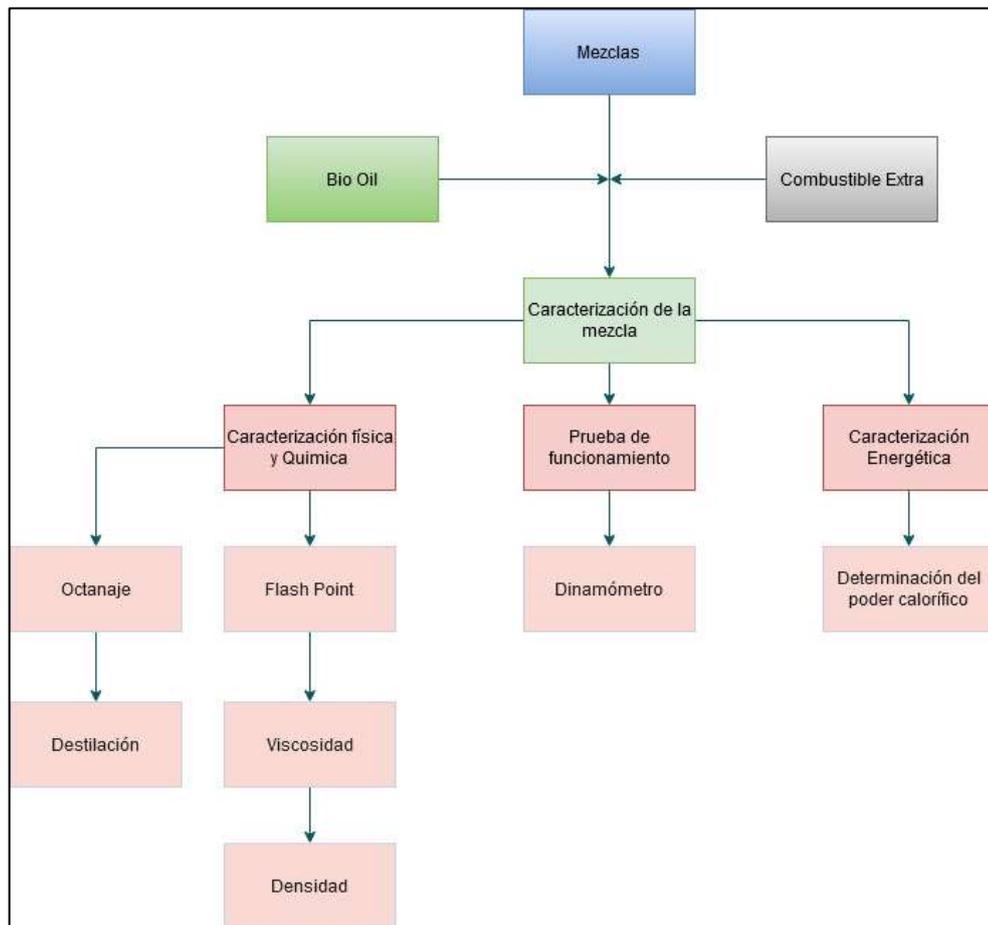
Además otro tipo de investigación que se utilizará en este trabajo es el de tipo experimental, porque se realizará diferentes ensayos a nivel laboratorio como se especifica en la siguiente tabla:

**Tabla 1-3:** Muestras de Bio Oil y Gasolina Extra

Muestras	Mezclas	
	Bio Oil	Gasolina Extra
M1	2%	98%
M2	5%	95%
M3	10%	90%

Realizado por: Agualongo, Jessica, 2022.

En la Ilustración 1 se describe el diseño experimental que se pretende llevar a cabo y cumplir con los objetivos planteados.



**Ilustración 1-3:** Diseño experimental

Realizado por: Agualongo, Jessica, 2022.

### 3.3.1. Según la manipulación o no de la variable independiente

De acuerdo al diseño de investigación se lo realiza según la manipulación de la variable independiente debido a que pertenece a la investigación experimental, de esta forma poder analizar las propiedades del producto final.

**Tabla 2-3:** Manipulación de la variable independiente

<b>Variable</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Instrumentos de medición</b>
Bio Oil	Cuantitativa	Porción en volumen de Bio Oil y gasolina extra (2%, 5% y 10%)	Materiales de Laboratorio

Realizado por: Agualongo, Jessica, 2022

### 3.4. Tipo de estudio

El tipo de estudio empleado en este trabajo es experimental en la cual se va a analizar varias propiedades tanto químicas como físicas, el mismo que será realizado a nivel de laboratorio además de realizar un prueba de funcionamiento al producto final, partiendo desde el Bio Oil mezclando con gasolina extra a distintos porcentajes con la finalidad de obtener mezclas aptas para ser utilizadas como combustible.

### 3.5. Población y Planificación, Selección y Cálculo del tamaño de la muestra

#### 3.5.1. Unidad de análisis

La unidad de análisis para el presente trabajo de investigación son las mezclas Bio Oil-Gasolina Extra a distintos porcentajes en volumen como son: 2, 5 y 10%.

### 3.5.2. Población de estudio

La población de estudio corresponde al Bio Oil obtenido mediante pirólisis de mezclas de polipropileno y poliestireno al darle un uso al ser mezclado con gasolina extra y el mismo ser empleado en motores.

### 3.5.3. Tamaño de la muestra

Para la presente investigación se utilizará 1 galón de Bio Oil y 3 galones de Gasolina Extra. Por lo cual el tamaño de la muestra es igual al tamaño de la población.

### 3.5.4. Selección de la muestra

Para la selección de la muestra se tratará primero con el Bio Oil que debe cumplir con parámetros de calidad, por lo cual se trabajará en el mismo su turbidez y la cantidad de agua existente en el Bio Oil para luego ser mezclada con el combustible fósil “gasolina extra”.

## 3.6. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

### 3.6.1. Proceso de secado

**Tabla3-3:** Proceso de Secado de Bio Oil

<b>Proceso de secado</b>	
<b>Materiales y Equipos</b>	<b>Reactivos</b>
Balanza analítica Centrifugadora 4 Tubos Falcon 50 ml	Bio Oil Sulfato de calcio sin hidratar
<b>Procedimiento</b>	
Tomar 10 ml de diesel Pesar 2g de secante (sulfato de calcio) Adicionar el secante en el tubo Falcon y luego añadir el diesel Dejar en absorción durante 1 hora Los tubos con secante se llevan a la centrifugadora con velocidad de 800 rpm Una vez culminado se extrae el biodiesel de los tubos de la centrifugadora.	

**Fuente:** Delgado, Aperador y González, 2015.

**Realizado por:** Agualongo, Jessica, 2022.

### 3.6.2. Mezclas con gasolina extra

**Tabla 4-3:** Mezclas con gasolina extra

<b>Mezclas con gasolina extra</b>	
<b>Materiales y Equipos</b>	<b>Reactivos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Refrigeradora</li> <li>• Recipientes ambar 1Litro</li> <li>• Probetas 10ml, 100ml, y 1000ml.</li> <li>• Vasos de precipitación 250 ml, 500ml, y 1000ml.</li> <li>• Embudo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasolina extra</li> <li>• Bio Oil</li> </ul>
<b>Procedimiento</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocar la gasolina extra en un recipiente ambar y etiquetada.</li> <li>• Realizar las mezclas con el Bio Oil al 2%, 5% y 10% con un volumen base de 1000ml.</li> <li>• Colocar a refrigeración.</li> </ul>	

**Fuente:** Aguirre Ibarra y Vaca Burgos, 2017.

**Realizado por:** Agualongo, Jessica, 2022.

### 3.6.3. Determinación del Flash Point

**Tabla 5-3:** Determinación del flash point

<b>Determinación del Flash Point</b>	
<b>Materiales y Equipos</b>	<b>Reactivos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo Flash Point semiautomático</li> <li>• Hielo</li> <li>• Caja de cerillos</li> <li>• Cilindro de gas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezcla de Bio Oil y Gasolina Extra</li> </ul>
<b>Procedimiento</b>	

- Limpiar la superficie del equipo
- Colocar la muestra en la copa
- Encender la punta del quemador
- Colocar un termómetro
- Verificar la temperatura que se produce la ignición
- Anotar la temperatura obtenida

Fuente: Cazorla, 2022.

Realizado por: Agualongo, Jessica, 2022.

**3.6.4. Destilación**

**Tabla 6-3: Destilación**

<b>Destilación</b>	
<b>Materiales y Equipos</b>	<b>Reactivos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo de Destilación semiautomático</li> <li>• Hielo</li> <li>• Probeta de 100ml</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezcla de Bio Oil y Gasolina Extra</li> </ul>
<b>Procedimiento</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocar la muestra de mezcla en el balón</li> <li>• Colocar el termómetro en el balón</li> <li>• Especificar las condiciones con las que se trabajara</li> <li>• Colocar la probeta por donde saldrá el destilado</li> <li>• Anotar la temperatura de la primera gota de destilado</li> </ul>	

Fuente: Cazorla, 2022.

Realizado por: Agualongo, Jessica, 2022.

### 3.6.5. Determinación del grado API

**Tabla 7-3:** Proceso de determinación de los grados API

<b>Determinación de grados API</b>	
<b>Materiales y Equipos</b>	<b>Reactivos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidrómetro</li> <li>• Probeta de 100ml</li> <li>• Termómetro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezcla de Bio Oil y Gasolina Extra</li> </ul>
<b>Procedimiento</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocar la muestra en la probeta de 100ml</li> <li>• Eliminar las burbujas de la superficie de la muestra</li> <li>• Colocar la probeta en la Sorbona</li> <li>• Introducir el termo hidrómetro</li> <li>• Esperar que se estabilice y se encuentre flotando en medio de la probeta</li> <li>• Medir la temperatura</li> <li>• Medir el grado API</li> <li>• Retirar el termo hidrómetro</li> <li>• Realizar los cálculos de corrección</li> <li>• Registrar las lecturas corregidas</li> <li>• Llevar las mediciones a 60°F con las tablas de corrección</li> </ul>	

Fuente: Cazorla, 2022.

Realizado por: Agualongo, Jessica, 2022.

### 3.6.6. Determinación el poder calorífico

**Tabla 8-3:** Determinación del poder calorífico

<b>Determinación del poder calorífico</b>	
<b>Materiales y Equipos</b>	<b>Reactivos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanque de oxígeno</li> <li>• Bomba calorimétrica</li> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezcla de Bio Oil y Gasolina Extra</li> </ul>
<b>Procedimiento</b>	

- Colocar alambre (6 cm) entre los electrodos de la bomba
- Sujetar 4cm de mecha al hilo de cobre
- Medir 0,8 gramos de combustible en el crisol
- Introducir la bomba de oxígeno en la cubeta
- Introducir en el interior de la cubeta hasta cubrir completamente la bomba de oxígeno
- Verificar la temperatura del agua que se encuentre a 21 °C
- Bajar la columna de la bomba calorimétrica y sellar el equipo
- Presionar el interruptor (fire)
- Observar que la columna de mercurio en el termómetro sujeto a la columna
- Registrar la temperatura final del termómetro
- Despresurizar la bomba

**Fuente:** Quimbita y Guallichico, 2017, pp, 18.

**Realizado por:** Aqualongo, Jessica, 2022.

## CAPÍTULO IV

### 4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Curvas de Destilación

##### 4.1.1. Curva de Destilación 2%

**Tabla 1-4:** Datos experimentales de Destilación al 2%

Muestra	Norma	Volumen (%)	Temperatura °C
Mezcla gasolina extra y bio oil al 2%	ASTM D-86 NTE INEN 926	10	49
		15	56
		20	61
		25	67
		30	73
		35	80
		40	86
		45	92
		50	98
		55	103
		60	109
		65	114
		70	121
		75	129
		80	137
85	146		
90	160		

Realizado por: Agualongo, Jessica, 2022.

En la tabla 12.4 evidenciamos los datos arrojados en el proceso de destilación del bio combustible al 2% de bio oil, empleando las normas ASTM D-86 y la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 926, cuyos datos deben ser corregidos a la presión de la ciudad de Riobamba.

Corrección de la temperatura por presión utilizando la ecuación de Sidney Young

$$Cc = 0.00012(760 - P)(273 + tc)$$

Donde:

P= presión barométrica Riobamba (728.6 mmHg)

tc= temperatura de ebullición

Para la temperatura corregida tenemos la siguiente ecuación

$$t^0 = tc + Cc$$

### Correcciones

10%

$$Cc = 0.00012(760 - P)(273 + tc)$$
$$Cc = 0.00012(760 - 728.6)(273 + 49)$$

$$t^0 = 49 + 1.21$$

$$t^0 = 50.21$$

15%

$$Cc = 0.00012(760 - P)(273 + tc)$$

$$Cc = 0.00012(760 - 728.6)(273 + 56)$$

$$Cc = 1.2396$$

$$t^0 = 56 + 1.2396$$

$$t^0 = 57.23^{\circ}\text{C}$$

Recopilamos los resultados obtenidos de la corrección de temperatura en la siguiente tabla:

**Tabla 24-4:** Datos corregidos

% Volumen recuperado	Temperatura(°C)	Temperatura corregida (°C)
10	49	50.21
15	56	57.23
20	61	62.25
25	67	68.28
30	73	74.30
35	80	81.33
40	86	87.35
45	92	93.37
50	98	99.39
55	103	104.41
60	109	110.43
65	114	115.45
70	121	122.48
75	129	130.51
80	137	138.54
85	146	147.57
90	160	161.63

Realizado por: Agualongo, Jessica, 2022.

#### 4.1.2. Curva de Destilación 5%

**Tabla 3-4:** Datos experimentales de Destilación al 5%

Muestra	Norma	Volumen (%)	Temperatura °C
Mezcla gasolina extra y bio oil al 5%	ASTM D-86 NTE INEN 926	15	58
		20	63
		25	69
		30	75
		35	81
		40	87
		45	92
		50	98
		55	104
		60	109
		65	116
		70	122
		75	126
		80	136
85	141		
90	155		

Realizado por: Agualongo, Jessica, 2022.

#### Correcciones

#### Cálculos

15%

$$Cc = 0.00012(760 - P)(273 + tc)$$

$$Cc = 0.00012(760 - 728.6)(273 + 58)$$

$$Cc = 1.2472$$

$$t^0 = 58 + 1.2472$$

$$t^0 = 59.2472$$

20%

$$Cc = 0.00012(760 - P)(273 + tc)$$

$$Cc = 0.00012(760 - 728.6)(273 + 63)$$

$$Cc = 1.2660$$

$$t^0 = 63 + 1.2660$$

$$t^0 = 64.266^{\circ}\text{C}$$

En la siguiente tabla se expresa los datos de temperatura de acuerdo a la presión de la ciudad de Riobamba.

**Tabla 4-4:** Datos Corregidos

% Volumen recuperado	Temperatura(°C)	Temperatura corregida (°C)
15	58	59.2472
20	63	64.266
25	69	70.2886
30	75	76.3112
35	81	82.3338
40	87	88.3527
45	92	93.3753
50	98	99.3979
55	104	105.4205
60	109	110.4393
65	116	117.4657
70	122	123.4883
75	126	127.5034
80	136	137.5411
85	141	142.5599
90	155	156.6128

Realizado por: Agualongo, Jessica, 2022.

#### 4.1.3. Destilación al 10%

**Tabla 55-4:** Destilación al 10%

Muestra	Norma	Volumen (%)	Temperatura °C
	ASTM D-86	10	56
		15	63
		20	68
		25	74
		30	80
		35	88
		40	94
		45	101
		50	106

Mezcla gasolina extra y bio oil al 10%	NTE	INEN	55	113
	926		60	118
			65	124
			70	130
			75	134
			80	139
			85	146
			90	154
			94	172

Realizado por: Agualongo, Jessica, 2022.

Correcciones

Cálculos

10%

$$Cc = 0.00012(760 - P)(273 + tc)$$

$$Cc = 0.00012(760 - 728.6)(273 + 56)$$

$$Cc = 1.2396$$

$$t^0 = 56 + 1.2396$$

$$t^0 = 57.2396$$

15%

$$Cc = 0.00012(760 - P)(273 + tc)$$

$$Cc = 0.00012(760 - 728.6)(273 + 63)$$

$$Cc = 1.2660$$

$$t^0 = 63 + 1.2660$$

$$t^0 = 64.2660$$

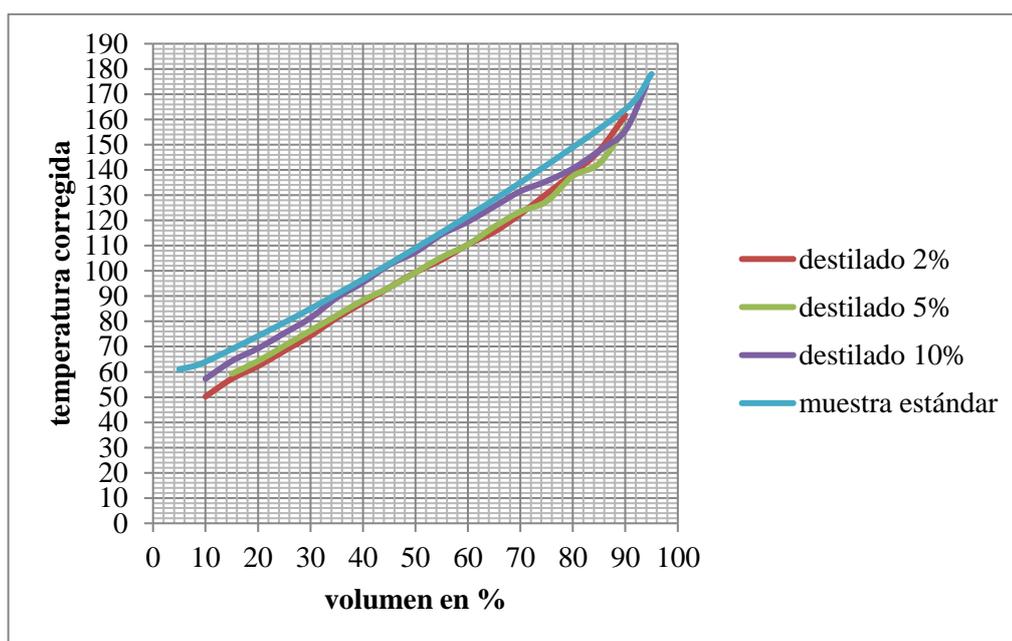
En la siguiente tabla se muestra los datos corregidos a presión de la ciudad de Riobamba.

**Tabla 6-4:** Datos Corregidos

% Volumen recuperado	Temperatura(°C)	Temperatura corregida (°C)
10	56	57.2396
15	63	64.266
20	68	69.2848
25	74	75.3074
30	80	81.3301
35	88	89.3602
40	94	95.3828
45	101	102.4092
50	106	107.4092
55	113	114.4544

60	118	119.4732
65	124	125.4958
70	130	131.5185
75	134	135.5335
80	139	140.5524
85	146	147.5787
90	154	155.6089
94	172	173.6767

Realizado por: Agualongo, Jessica, 2022.



**Ilustración 1-4:** Curvas de Destilación ASTM D-86

Realizado por: Agualongo, Jessica, 2022.

En la Ilustración 1-4 se logra visualizar los datos recolectados de las tres mezclas a distintos porcentajes 2, 5 y 10% de bio oil con gasolina extra comercial, realizados en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en el laboratorio de Petróleos de acuerdo con la Norma ASTM-D-86 además, se presenta la curva de destilación de la gasolina extra tomada de bibliografía, estudio realizado por Aguirre Ibarra y Vaca Burgos (2017). Según INEN (2016, pp, 3-5) independientemente del número de octano que poseen las muestras deben cumplir un parámetro en la destilación que a un 10% en volumen debe poseer una temperatura de 70°C como máximo, a 50% v debe tener una temperatura mínima de 77°C y como máximo 121 °C y a un destilado del 90% v debe poseer una temperatura máxima de 189 °C. Otro dato importante a considerarse lo menciona Berasategui (2019, pp 20) quien nos indica la manera de saber si el bio combustible posee la suficiente cantidad de hidrocarburos volátiles tomando referencia la temperatura, a 70°C debe haber destilado como mínimo 20% en volumen, lo que indica que posee un buen arranque en frío. Dentro de los

resultados de la presente investigación se puede apreciar que los 3 biocombustibles al 2, 5 y 10% y la muestra de gasolina extra en su estado comercial cumplen las especificaciones de acuerdo con la normativa INEN (2016, pp. 3-5), el primero a una temperatura de 70 °C ha destilado un volumen de 25 %, el segundo a la temperatura de 70°C a destilado 23% y finalmente el bio combustible al 10% a la temperatura de 70°C a destilado 20%, por lo cual se puede mencionar que el mejor biocombustible que posee mejor arranque en frío es la mezcla al 2%.

En el estudio realizado por Huang et al. (2020) en la cual analiza la volatilidad de tres muestras: bio oíl, biodiesel y el producto resultante de la transformación del bioaceite a biodiesel más el agregado de octanol denominándolo EPBB, cuyos resultados fueron que el EPBB se evapora en un tiempo menor en comparación con el diesel debido a que posee componentes livianos, las mismas que se adquirieron al mezclarse con el bio oíl, además se pudo determinar que el biodiesel al igual que el EPBB contiene componentes del bio oíl sumamente ligeros lo que facilita su evaporación, mediante los análisis termogravimétricos el más volátil resulto la mezcla del EPBB. Otro estudio realizado por (Maceiras, Alfonsín y Morales 2016) en la cual efectúa la caracterización del diesel obtenido de la destilación pirolítica de aceite de motor con dos aditivos con la finalidad de purificar el combustible las cuales son el hidróxido de sodio y carbonato de sodio cuyos resultados fueron mejores con el aditivo carbonato de sodio a un porcentaje del 2% aumentando la temperatura de destilación lo que indica que posee una mejor eficiencia de la combustión del mismo modo el rendimiento del motor. En comparación con los resultados de la presente investigación, la muestra que posee una volatilidad excelente es la mezcla del 10% de bio oil con gasolina extra aumenta su temperatura con una mayor cantidad de destilado esto se debe a que el bio oil se encuentra en más cantidad en comparación con el resto de mezclas el mismo que posee componentes volátiles ayudando a su pronta evaporación, en la cual también se puede observar que la muestra estándar y la muestra al 10% están por los mismo rangos la cual se vería afectada por las características del hidrocarburo debido que en este país no se logra obtener naftas de un alto octano y la proveniencia de estos hidrocarburos de distintos pozos por lo cual poseen distintos valores en sus propiedades físico y químicos.

#### 4.2. Análisis de grados API

**Tabla 7-4:** Datos Experimentales para la Determinación de Densidad API

MUESTRAS DE MEZCLAS	NORMA	DENSIDAD API	T (°C)
M1	ASTM D-287-67	58.9	20
M2	ASTM D-287-67	57.5	20
M3	ASTM D-287-67	54.8	20

**Realizado por:** Agualongo, Jessica, 2022.

En la tabla 18-4 se puede apreciar los datos obtenidos de la densidad API a una temperatura ambiente de 20 °C empleando la norma ASTM D-287-67, cuyos resultados deben ser corregidos debido que las lecturas del hidrómetro son a una temperatura de 60 °F para la cual se emplea las tablas de medición de petróleo.

#### **4.2.1. Cálculo de la densidad API al 2% corregida a 60 °F**

$$^{\circ}\text{C} = \frac{(^{\circ}\text{F} - 32)}{1.8}$$

$$^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{C} \times 1.8 + 32$$

$$^{\circ}\text{F} = 20 \times 1.8 + 32$$

$$^{\circ}\text{F} = 68$$

Debido que no se encuentra los datos exactos en la tabla 5 (ANEXO A) se procede a realizar una interpolación para hallar la gravedad API corregida.

#### **Interpolación**

$$Y = Y_0 + \left( \frac{Y_1 - Y_0}{X_1 - X_0} \right) (X - X_0)$$

$$Y = 57.6 + \left( \frac{58.1 - 57.6}{59.0 - 58.5} \right) \times (58.9 - 58.5)$$

$$Y = 58^{\circ} \text{ API}$$

#### **Cálculo para la gravedad específica**

$$G_e = \frac{141.5}{131.5 + \text{Densidad API corregida}}$$

$$G_e = \frac{141.5}{131.5 + 58}$$

$$G_e = 0.7467$$

#### 4.2.2. Grados API al 5% corregidos a 60 °F

Mediante la tabla 5A o 5B de la guía ASTM D1250 (ANEXO A) realizamos la corrección de grados API a la temperatura de 60 °F

Datos:

Temperatura: 68°F

Grados API: 57.5

Grados API corregidos a 60 °F: 56.6

#### Cálculo para la gravedad específica

$$G_e = \frac{141.5}{131.5 + \text{Densidad API corregida}}$$

$$G_e = \frac{141.5}{131.5 + 56.6}$$

$$G_e = 0.7522$$

#### 4.2.3. Grados API al 10% corregidos a 60 °F

Realizamos una interpolación empleamos el ANEXO B

$$Y = Y_0 + \left( \frac{Y_1 - Y_0}{X_1 - X_0} \right) (X - X_0)$$

$$Y = 53.6 + \left( \frac{54.1 - 53.6}{55.0 - 54.5} \right) \times (54.8 - 54.5)$$

$$Y = 53.975^\circ \text{ API}$$

#### Cálculo para la gravedad específica

$$G_e = \frac{141.5}{131.5 + \text{Densidad API corregida}}$$

$$G_e = \frac{141.5}{131.5 + 53.975}$$

$$G_e = 0.7629$$

**Tabla 8-4:** Resultados obtenidos de la densidad API

MUESTRAS DE MEZCLAS	NORMA	DENSIDAD API	T (°C)	DENSIDAD API CORREGIDA	GRAVEDAD ESPECÍFICA
2%	ASTM D-287-67	58.9	20	58	0.7467
5%		57.5		56.6	0.7522
10%		54.8		53.975	0.7629

Realizado por: Agualongo, Jessica, 2022.

En la tabla 19.4 se expresa los resultados completos del proceso de determinación de la densidad API utilizando la norma ASTM D 287-67 además de expresar los resultados de la gravedad específica, en base a la tabla estipulada por NTE INEN 533 (2013, pp, 5 & Benjumea, 2021, pp, 2) se puede determinar qué tipo de hidrocarburo en función de sus grados API, en la cual podemos mencionar que los biocombustibles son súper ligeros debido a que los grados API son mayores a 39 °.

En función de su gravedad específica de acuerdo a (Correa et al., 2014, p.2) y la Tabla 6: Productos del petróleo y su gravedad específica, los biocombustibles se encuentran dentro del rango de gasolinas que va de 0.72 a 0.77.

### 4.3. Poder calorífico

$$Q = \frac{E \times \Delta T - 40}{G}$$

Donde

E= capacidad calorífica del instrumento (32975.8596 J/°C)

Q<sub>1</sub>= valor calorífico (J/ml)

40= calor adicional (el cable de encendido y ácido nítrico)

ΔT= incremento de temperatura en el sistema calorimétrica

G= volumen de la muestra

**Tabla 9-4:** Resultados de Poder calorífico

Biocombustible	Poder calorífico (MJ/Kg)
Muestra estándar	44.5
2%	47.19617647
5%	49.86617647
10%	53,845

Realizado por: Agualongo, Jessica, 2022.

En la investigación realizado por Yaqoob et al., (2022, p.4) se pudo determinar el poder calorífico empleando las normas ASTM D240 en mezclas de aceite de pirólisis de llantas de desecho con gasolina limpia, cuyo resultado al ser mezclado presenta una disminución en un porcentaje del 0.31% a comparación con la gasolina limpia, de un valor calorífico de 44.11 MJ/Kg que posee la gasolina limpia se reduce a 43,97 MJ/Kg al ser mezclada al 5% con aceite de pirólisis y al 10% disminuye al siguiente valor calorífico 43.83 MJ/Kg tomando en referencia este estudio y en comparación con los resultados obtenidos en la presente investigación podemos mencionar que al ser mezclada con gasolina extra comercial su poder calorífico tiende a aumentar, de una valor calorífico que posee la gasolina extra comercial 46.201779 KJ/Kg presenta un aumento a los distintos porcentajes preparados al 2, 5 y 10% con valores caloríficos de 47.1961 MJ/Kg, 49.866MJ/Kg y 53.845 MJ/Kg respectivamente, datos comparados respecto a la muestra estándar que es la gasolina extra comercial cuyo valor es de 44.5 MJ/Kg, con estos valores podemos mencionar que el biocombustible posee una buena cantidad de energía que al momento de la reacción química con el oxígeno desprende calor con un valor superior a la muestra estándar, los resultados obtenidos por (Yaqoob et al., 2022, p.6) se ven influenciados por el tipo de aceite pirolítico que utilizan en las muestras lo que se deduce que atrae la reducción del poder calorífico.

En otro estudio realizado por (Das et al., 2021, p.1), en la que se realizó la combinación entre el aceite pirolítico y combustible diesel en un porcentaje del 20% de aceite pirolítico cuyo resultado fue su aumento en el valor calorífico debido que a que el poder calorífico que posee el aceite pirolítico es muy alto por lo cual incide en el valor calorífico de la mezcla final, comparando con los resultados obtenidos en la presente investigación se puede apreciar a simple vista que su diferencia es muy grande, debido que el combustible empleado es la gasolina extra y el aceite pirolítico fue obtenido a partir de residuos plásticos como el propileno y poliestireno por lo cual sus valores en esta propiedad va a variar, sin embargo se puede mencionar que también es la influencia de la cantidad de aceite pirolítico que entra en mezcla para elevar su valor calorífico.

#### 4.4. Flash point

**Tabla 10-4:** Determinación del Flash point

Mezcla de Biocombustible	Temperatura	Punto de ignición	Punto de combustión
2%	< -5	< temperatura ambiente	< temperatura ambiente
5%	< -5	< temperatura ambiente	< temperatura ambiente
10%	< -5	< temperatura ambiente	< temperatura ambiente

Realizado por: Agualongo, Jessica, 2022.

En la tabla 22.4 se estipula la temperatura de ignición y combustión que de acuerdo con (INEN 2013, p.12) el punto de ignición se encuentra debajo de la temperatura ambiente el mismo que se pudo constatar a nivel de laboratorio en la cual se bajó la temperatura a  $-10^{\circ}\text{C}$  en la cual se realizó la prueba con una fuente de calor en la cual se dio la combustión del biocombustible en sus tres mezclas. Estudio realizado por (Das et al., 2021, p.4) en la cual realizan la caracterización de las mezclas entre el aceite pirolítico y diesel, se estudió el parámetro de flash point en la cual se obtuvo un valor de temperatura de  $42.6^{\circ}\text{C}$

#### 4.5. Octanaje

**Tabla 11-4:** Análisis de octanaje

Muestra de biocombustible	Equipo	Valor	Unidades
M1	Eralytics Eraspec	90.15	RON
M2		95.25	RON
M3		102.85	RON

Fuente: Londoño Pablo, 2022.

Realizado por: Agualongo, Jessica, 2022.

En la tabla 23.4 se expresa los resultados de los análisis de octanaje empleando el equipo Eralytics Eraspec los mismos que fueron resultados muy satisfactorios en la cual podemos mencionar que el bio oil es un aditivo muy eficaz, de acuerdo con la Normativa Ecuatoriana (INEN, 2016, p.2) la

gasolina extra que se comercializa en el Ecuador es de 87 octanos, de este valor al ser mezclada con el aceite pirolítico a distintas concentraciones su RON se eleva, en mayor cantidad, mayor será el grado de octanaje. Según (Aguilar, 2019, p.4) los hidrocarburos aromáticos son muy cotizados dentro de los bio aceites debido que contienen un valor de octano alto que son muy utilizados como mejoradores de octanaje, el bio oil utilizado en la presente investigación es rico en hidrocarburos aromáticas desde la rotura aleatoria de pirólisis por lo cual posee un octano elevado en la cual se pudo constatar su función mejoradora (Palmay et al. 2022, p.4). En la M1 se añadió en un 2% elevando el octanaje a 90.15 RON, en la M2 se agregó 5% obteniendo un resultado de 95.25 RON y finalmente al realizar la mezcla al 10% se eleva a 102.85 RON. De las tres mezclas el que posee mayor resistencia a la detonación es la M3.

#### 4.6. Densidad

**Tabla 12-4:** Análisis de densidad

<b>Muestra de biocombustible</b>	<b>Equipo</b>	<b>Valor (g/ml a 15.6 °C)</b>	<b>Valor (kg/ m<sup>3</sup> )</b>
Gasolina extra	Eralytics Eraspec	0.720	720
Bio oil		0.8102	810.2
M1		0.7436	743.6
M2		0.7471	747.1
M3		0.7585	758.5

**Fuente:** Palmay et al., 2022.

**Realizado por:** Agualongo, Jessica, 2022.

En la tabla 24.6 se aprecia los resultados del análisis de la densidad para lo cual se utilizó el equipo Eralytics Eraspec, de acuerdo con Montero (2020, p.12) a una temperatura de 15°C la gasolina debe poseer una densidad en un rango que va de 720 – 775 kg/m<sup>3</sup>. Mediante la observación de los resultados se realiza una comparación entre la gasolina base y las mezclas de bio oil a distintos porcentajes en la cual se puede apreciar un aumento de la misma debido a que el bio oil posee una alta densidad lo cual se ve influenciado en las mezclas, de 720 kg/m<sup>3</sup> que posee la gasolina base al momento de mezclarla con el bio oil, las mezclas finales se elevaron a 743.6 kg/m<sup>3</sup>, 747.1 kg/m<sup>3</sup> y 758.5 kg/m<sup>3</sup> a los siguientes porcentajes del 2, 5 y 10% respectivamente.

La investigación realizada por Yaqoob et al. (2022, p.1) en la cual se emplea bio oil obtenido de las llantas de vehículos de desecho y gasolina en donde se determinó la densidad de estas mezclas entre gasolina y bio oil a distintos porcentajes como 5 y 10% mediante el ensayo ASTM D 1298 cuyos resultados fueron de 753.7 y 761.3 Kg/m<sup>3</sup> respectivamente, en comparación con los resultados obtenidos en la presente investigación en la mezcla, al 5% posee una densidad de 747.1 kg/m<sup>3</sup> y en la mezcla al 10% posee 758.5kg/m<sup>3</sup>, valores que son similares con una diferencia mínima de decimales recalando su diferencia en la gasolina pura ya que se trata de países distintos.

En investigaciones similares pero con distinto tipo de combustible como lo realiza (Das et al., 2021, p.4) en la preparación de mezclas utilizando el diesel con aceite plástico residual, el diesel por lo general posee una densidad superior a la de la gasolina por lo cual el resultado de la mezcla tiende a poseer una densidad superior a la de la gasolina, en cuanto a valores el diesel posee de densidad 835 g/m<sup>3</sup> al momento de mezclar, su densidad disminuye a 826.6 g/m<sup>3</sup>. En comparación con los resultados de la presente investigación el hecho que se hayan trabajado con distinto combustible tiende a variar pero su finalidad es la misma, además que la gasolina es más liviana y el bio oil empleado es más denso esta va a elevarse al momento de la mezcla como se observa en la tabla 24-6.

**Tabla 13-4:** Recopilación de Resultados

Análisis fisicoquímicos	Muestra estándar	M1 (2%)	M2 (5%)	M3 (10%)
Grados API	56.8	58	56.6	53.975
Gravedad Especifica	0.71	0.7467	0.7522	0.7629
Poder Calorífico (MJ/Kg)	44.5	47.19617647	49.86617647	53.845
Octanaje (RON)	85	90.15	95.25	102.85
Densidad (Kg/m <sup>3</sup> ) a 15.6 °C	720	743.6	747.1	758.5
Flash point	<temperatura ambiente	<temperatura ambiente	< temperatura ambiente	< temperatura ambiente

Realizado por: Agualongo, Jessica, 2022.

En la tabla 25.4 se recolecto los resultados de los análisis realizados a cada una de las muestras M1, M2 y M3 para su mejor captación.

## 4.7. Pruebas de Funcionamiento, Dinamómetro

### 4.7.1. Torque y potencia

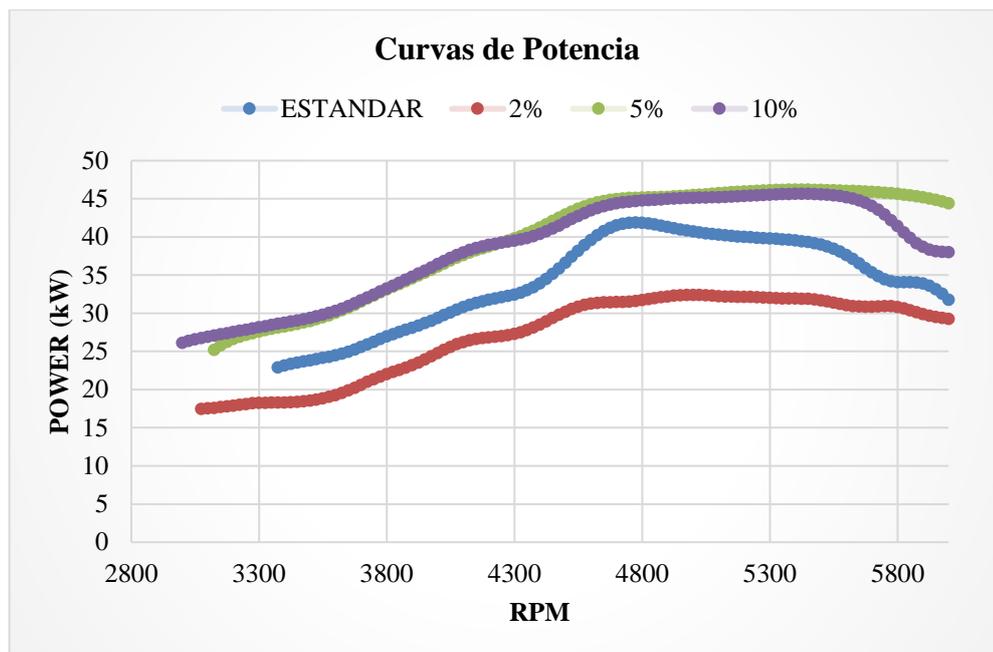
**Tabla 14-4:** Valores máximos de torque y potencia en el motor

MUESTRA	RPM	TORQUE DE MOTOR (lb/ft)	POTENCIA DE MOTOR (hp)
Estándar	4500	53,3	48,2
M1	4500	37,3	41,0
M2	4500	53,1	58,1
M3	4500	52,5	57,1

Fuente: Mundo, 2022, p.9.

Realizado por: Agualongo, Jessica, 2022.

En la tabla 25 se expresa los valores máximos de torque, potencia y revoluciones por minuto alcanzadas por el motor con los distintos biocombustibles, en la cual se empleó el equipo del Dinamómetro de rodillos marca DYNOCOM Wheel SAE J1349 y un motor de automóvil marca Chevrolet Spark 1.0, en la cual alcanzaron 4500 RPM las tres muestras, el estudio realizado dentro del parámetro de torque la M1 presento un decrecimiento del 30,01% en lb/ft, la M2 presenta una disminución mínima del 0,37% y la M3 posee una disminución del 2,06% de torque lo que quiere decir que su fuerza disminuye en consideración con la muestra estándar, en cuanto a la potencia del motor en comparación con la muestra estándar la M1 pierde su potencia hasta un 14,93%, la M2 presenta un aumento considerable del 20,53% y finalmente la M3 también presenta un aumento del 18,46%.



**Ilustración 2-4:** Curva de potencia

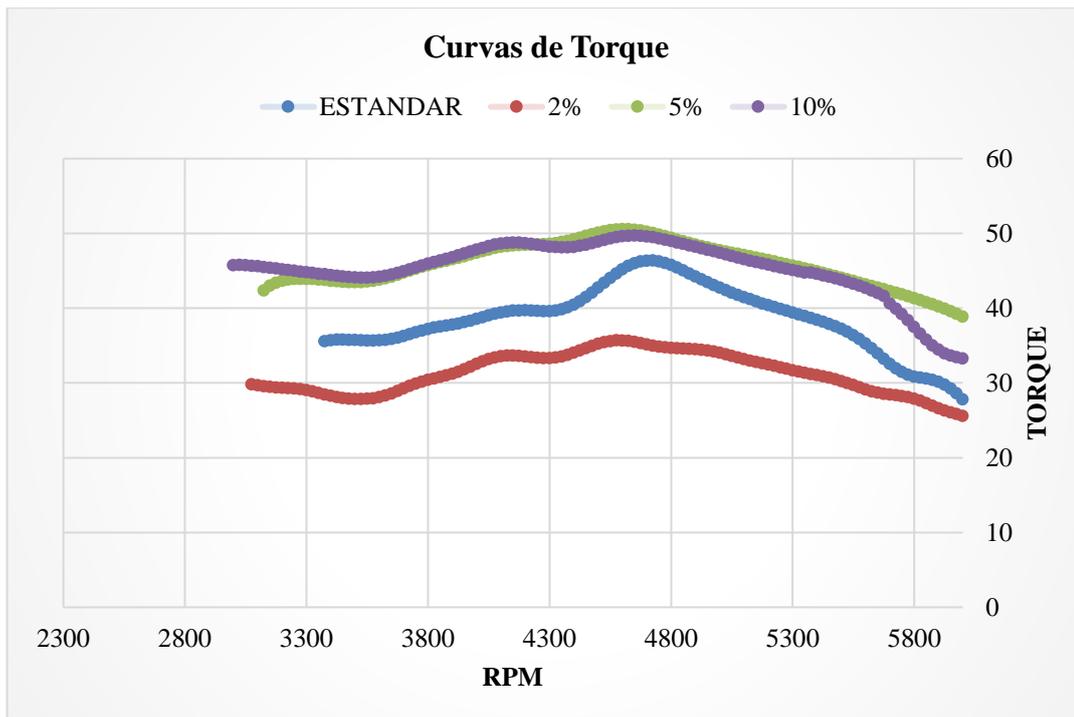
Realizado por: Agualongo, Jessica, 2022.

En la ilustración 2 se puede apreciar las curvas de potencia de la muestra estándar y las mezclas al 2, 5 y 10% de bio oil en gasolina extra, los combustibles mencionados fueron puestos a prueba en el dinamómetro en un motor de automóvil Chevrolet Spark 1.0, como se puede apreciar la mezcla que tuvo menor potencia en este motor de prueba fue el biocombustible al 2% seguido por la muestra estándar que es la gasolina extra en su estado comercial, dentro de los mejores biocombustibles se encuentra la mezcla al 5 y 10% con una diferencia mínima del 1,72%, sobresaliendo la mezcla al 5% debido que mantiene su potencia a más revoluciones, además que al momento de la prueba en el dinamómetro de rodillos no presento un sobre esfuerzo al motor a diferencia del biocombustible al 10% que forzó al motor para llegar a las 5000 revoluciones además podemos apreciar que presenta un declive de potencia al llegar a las 5575 RPM lo que desfavorece a esta muestra.

En el estudio realizado por (Venkatesan et al., 2018, p.5) de la transformación de residuos plásticos a residuos pétreos para su estudio en mezclas con diesel a distintos porcentajes al 15% y 30%, cuyos análisis y estudios de rendimiento se lo realizo en un motor de encendido por compresión de inyección directa, en la cual se pudo determinar su potencia dando como resultado la mezcla al 15% con mayor eficiencia con un valor de 57.96KW, en otra investigación que tiene los mismo objetivos realizado por (Mohapatra et al., 2021, p.4) en las mezclas de diesel y el aceite co-pirolítico, la mezcla con mayor potencia resulto la mezcla al 5% con un 43.6 KW cuyos resultados son muy similares a diferencia de la presente investigación que las mezclas se los realizo con gasolina, el mismo que es influenciado en las características de las mezclas elevando en gran parte lo que es su potencia y como se puede observar que la mezcla con mayor potencia posee la mezcla al 5%

con 43.32516 KW, además se ve afectado por las propiedades físico químicas del aceite copirrolítico debido que en cada investigación se emplee un aceite pirrolítico proveniente de distintas materias primas como se puede ver en los resultados de las investigaciones antes mencionadas los resultados son similares pero en el porcentaje de mezclas son distintos una posee mayor cantidad de aceite pirrolítico pero su resultado final no se ve influenciado.

De acuerdo con Martínez (2017, p.12) quien menciona que los octanos es la propiedad que determina la forma en que se da la combustión de la gasolina dentro del cilindro del motor, mencionado esto la gasolina mientras más octanos posea, la combustión va a ser más uniforme y controlada en la cual se ve involucrada la potencia que tiene el automotor al momento de utilizar el combustible, en cuanto a estudios ya realizados en base a esta afirmación se encuentra el trabajo investigativo realizado por (Xavier y Galos, 2013, p.20) en la cual se puede constatar la afirmación de Martínez, cuyo estudio estaba enfocado en la variación de los octanos de distintos combustibles respecto a la potencia que genera el motor en la cual se concluyó que el octanaje si se ve influenciado en el comportamiento del inyector, cabe mencionar que el tipo de automotor utilizado también es un factor determinante del combustible ya que todos los automotores tienden a responder de distinta manera ante un combustible, en comparación con el presente estudio realizado se pudo verificar que las afirmaciones dadas por autores mencionados anteriormente son válidos ya que el automotor empleado tuvo un mejor desarrollo con la mezcla al 5 % cuya potencia tuvo mayor estabilidad como se puede observar en la ilustración 7 mencionando que este tipo de automotor no era de gama alta por lo cual no tuvo mejor desarrollo con las otras mezclas a distinto porcentaje.



**Ilustración 3-4:** Curvas de Torque

Realizado por: Agualongo, Jessica, 2022.

En la ilustración 8 se puede apreciar las curvas de torque graficados mediante los datos arrojados en su análisis, de la muestra estándar, M1, M2 y M3 en la que la muestra M1 (2%) posee un valor inferior a comparación de la muestra estándar, las muestras M2 y M3 su valor máximo de torque son casi similares a diferencia de su comportamiento en el motor de prueba como se puede apreciar en la ilustración, la M3 posee un declive menor antes de llegar a los 6000 RPM a diferencia de la M2 que posee un valor de torque superior a las demás muestras.

En esta propiedad no existe estudios previos con lo que compete a la materia prima utilizada para llevar a cabo la investigación, por lo cual se tomó referencia de un estudio similar realizado por (Mohapatra et al. 2021, p.3) en su investigación de optimizar los parámetros de rendimiento y emisiones del aceite co-pirolítico en diferentes mezclas realiza el análisis de torque y potencia empleando como combustible el diesel cuyos resultados en comparación con los de la presente investigación realizados con gasolina extra comercial se vieron muy alejados, en la investigación antes mencionada la mezcla que posee mayor punto de torque es la mezcla al 5% con 16.22 Lb/ft, en la presente investigación la mezcla que posee mayor torque es la mezcla al 5% con el 53.1 Lb/ft por lo cual se ve entre sus resultados una gran diferencia, una de sus interferencias en el resultado es el motor de prueba en donde se realizó los respectivos análisis, otro factor es el tipo de combustible empleado ya que posee distintas propiedades.

#### 4.7.2. Emisiones de gases

**Tabla 15-4:** Resultados de emisiones de gases

	CO <sub>2</sub>	CO	O <sub>2</sub>	HC(ppm)	$\lambda$
<b>Estándar</b>	1,7	0,27	18,13	105	1,029
<b>M1 (2%)</b>	0,8	0,18	20,49	31	0,964
<b>M2 (5%)</b>	1,7	0,24	20,43	40	1,038
<b>M3 (10%)</b>	1,1	0,09	19,78	51	1,042

Fuente: Mundo, 2022, p.4.

Realizado por: Agualongo, Jessica, 2022.

En la tabla 15-4 se detallan las emisiones de gases que se produjeron en el proceso de combustión de las muestras: estándar, M1, M2 y M3, datos obtenidos mediante el dispositivo analizador de gases KANE AUTO plus Gas ANALYSER, en la cual los resultados dentro del parámetro de análisis de CO<sub>2</sub> presentó una disminución del 52,94% en la M1, en la M2 su valor de análisis se mantuvo como al de la mezcla estándar y por último en la M3 se reduce en un 35,29% respecto a la muestra estándar, en el análisis realizado de CO, la M1 presenta una reducción del 33,33%, la M2 presenta una reducción en sus emisiones del 11,11%, y M3 presenta una disminución del 66.66% respecto a la mezcla estándar lo cual nos indica que se dio una combustión incompleta. En cuanto al análisis de O<sub>2</sub> en comparación con la muestra estándar, la M1 presenta un aumento del 13,01%, en la M2 de igual forma presenta un aumento del 12,68% y finalmente en la M3 existe un aumento del 9,10%. Dentro del análisis realizado de hidrocarburos no quemados (HC) la cual representa los hidrocarburos que salen del motor sin quemarse, cuyos resultados están en comparación con la muestra estándar en la cual se pudo apreciar una reducción muy notable del 70,47% de la M1, la M2 presenta una disminución del 61,90% y en la M3 su reducción fue del 51,42%, en base a estos datos podemos mencionar que los hidrocarburos se combustionan en su mayor cantidad dentro del motor. En la relación lambda (aire-combustible) en comparación con la muestra estándar, la M1 presenta una disminución del 6,31%, la M2 posee un aumento mínimo del 0,87% y la M3 también presento un aumento del 1,26%.

De acuerdo con estudios realizados por Yaqoob et al. (2022, p.5), las emisiones del CO al ser mezcladas el aceite pirolítico con la gasolina su emisión tiende a disminuirse considerablemente a una carga mínima del 2% lo mismo ocurre con el análisis del CO<sub>2</sub> en comparación con la gasolina en su estado puro, en cuanto a los hidrocarburos no quemados presentan una gran elevación que se triplica lo que es desfavorable ya que son hidrocarburos que salen del motor sin quemarse, dentro del análisis de O<sub>2</sub> presenta una leve disminución la mezcla al 5% y al 10% su

valor se eleva. Considerando los resultados del presente estudio y teniendo en cuenta que se realizó a distintos porcentajes de concentración de aceite pirolítico se pudo determinar que las emisiones de gases como el CO en efecto si disminuye en comparación con el estándar como se mencionó anteriormente en estudios realizados por otros autores pese a que el aceite pirolítico es proveniente de una materia prima diferente que es el caucho. En cuanto al dióxido de carbono esta también disminuye al menor porcentaje de concentración, se mantiene al valor estándar a la mezcla del 5% y presenta una disminución al 10%, respecto al análisis del O<sub>2</sub> los resultados de la presente investigación presentan un aumento a una concentración del 2% mientras más se eleve la concentración, este valor tiende a aumentar.

La investigación realizada por Mohapatra et al. (2021, p.6) cuyo objetivo se centra en el rendimiento y emisiones de mezclas entre el aceite co-pirolítico obtenido de la mezcla de bagazo de caña de azúcar y poliestireno en proporción 1:3 y el combustible diesel a porcentajes del 5, 10 y 15%, resultados que fueron obtenidos mediante un motor diesel, comparando ambos resultados se pudo determinar que las mezclas dentro del análisis de CO<sub>2</sub> si tienden a disminuir respecto a la muestra estándar que es el diesel, en la mezcla al 5% que ambos realizamos esta mezcla en la del autor mencionado resulta que posee un reducción del 5.2% en la presente investigación es del 52.4% recalcando que en esta investigación se mezcló con gasolina lo que indica un porcentaje satisfactorio de reducción, en la mezcla al 10% con diesel tiene una reducción del 7.89% y con la gasolina posee el 35.29%, con respecto al CO la reducción de la mezcla con el diesel es más del 50% en sus tres porcentajes, en la investigación presente la reducción de la mezcla al 5% es del 11.11% y del 10% es del 66.66% lo que quiere decir que en la mezcla al 5% hubo mayor combustión incompleta en consecuencia mayor liberación del CO. En el análisis de HC en las mezclas con el combustible diesel presentan una reducción del 33.33% para las mezclas del 5% y 10% en cambio para la mezcla al 15% tiene una reducción de 16.67% en la presente investigación la reducción que posee en la mezcla al 2% es de 70.47% en la mezcla al 5% es de 61.90% y finalmente la mezcla al 10% es de 51.42% en cuyos resultados podemos observar que existe una gran diferencia entre los resultados por lo que se trata de otro tipo de combustible como es el diesel, además en base a estos resultados mencionamos que las mezclas preparadas en la presente investigación si presenta una disminución en lo que compete a las emisiones que arroja al momento de realizar las pruebas en el dinamómetro.

**Tabla 16-47:** Resultados experimentales de diferentes mezclas de combustible con características de emisión y temperaturas

MUESTRA	$T_R$ (°C)	$T_G$ (°C)	$T_A$ (°C)	%CO <sub>2</sub> (Vol%)	%CO(Vol %)
Estándar	83	39	17,77	1,7	0,27
2%	83	39	17,77	0,8	0,18
5%	83	39	17,77	1,7	0,24
10%	83	39	17,77	1,1	0,09

Fuente: Mundo, 2022, p.6.

Realizado por: Agualongo, Jessica, 2022.

## 4.8. Validación de las hipótesis

### 4.8.1. Hipótesis general

Mediante los análisis fisicoquímicos realizados a las mezclas M1, M2 y M3 se pudo constatar que las 3 mezclas presentan una mejoría de la que posee la gasolina pura antes de ser agregada el bio oil, mediante las pruebas de funcionamiento en el dinamómetro y en un automóvil se pudo constatar que la mezcla que posee las mejores características para el uso en un carro a motor de gasolina es la mezcla al 5% biocombustible que posee un octanaje superior a la de la gasolina, poder calorífico, volatilidad entre otros parámetros lo que hace que tenga un mejor desarrollo en un motor.

### 4.8.2. Hipótesis específicos

Las formulaciones realizadas a distintos porcentajes de bio oil con gasolina extra comercial presentaron resultados positivos en lo que compete a los análisis físicos químicos, dentro de las cuales se analizó su densidad, octanaje, curva de destilación, flash point, grados API y poder calorífico, en la cual los resultados de las tres mezclas fueron excelentes porque si mejoraron las características de la gasolina extra, de las cuales se destacan las mezclas al 5 y 10% porque poseen mayor poder calorífico y octanaje.

Los análisis fisicoquímicas realizadas a las tres mezclas en las cuales los resultados obtenidos se encuentran dentro de la norma INEN para productos derivados del petróleo tomando en referencia

a la gasolina extra, dentro de los parámetros están: la gravedad específica, densidad, volatilidad y la densidad API.

Las pruebas de funcionamiento analizadas por el dinamómetro en un auto de motor a gasolina, de las tres mezclas se determinaron que la más idónea es la mezcla al 5%, con la cual el motor tuvo un mejor desarrollo a comparación de las otras muestras que al momento de ser analizadas en el dinamómetro y automóvil tendían a forzar al desarrollo del motor lo que no era conveniente porque posiblemente esta podría dañarse.

## CAPÍTULO V

### 5. MARCO PROPOSITIVO

#### 5.1.Propuesta

De acuerdo a los resultados obtenidos y dando solución a las problemáticas que contrae el uso de los combustibles fósiles además de dar un valor agregado al bio oil obtenido del polipropileno y poliestireno mediante la pirolisis se determinó que la mezcla idónea es al 5% la misma que puede ser utilizada en los autos de carrera por su gran potencia. Esta mezcla es como un aditivo que mejora a la gasolina comercial por lo cual es viable su uso porque vamos a disminuir el consumo del combustible fósil como es la gasolina, también se va a reducir las emisiones de dióxido de carbono contrarrestando la contaminación al medio ambiente y finalmente cerraremos el ciclo de vida de los plástico de Polipropileno y Poliestireno de una manera que beneficie a todos.

En la siguiente tabla se detalla las características del mejor biocombustible cuyas características fueron excelentes las mismas que se constataron en las pruebas de funcionamiento dando uso al dinamómetro con un auto a gasolina en la cual tuvo mejor desarrollo la mezcla al 5% ya que no ejercía presión sobre el motor del auto sino que tuvo un mejor desarrollo y una mayor potencia.

**Tabla 18-5:** Características de la mezcla más viable (M2- 5%)

Parámetro	Unidades de medida	Valor
Grados API	-	56.6
Gravedad Especifica	-	0.7522
Poder calorífico	(MJ/Kg)	80.8401233
Octanaje	(RON)	95.25
Densidad	(Kg/m <sup>3</sup> ) a 15.6 °C	747.1
Flash point	°C	< temperatura ambiente

Realizado por: Agualongo, Jessica, 2022.

## CONCLUSIONES

- Se caracterizó las mezclas de gasolina extra comercial con bio oil obtenido de la pirolisis de mezclas de polipropileno y poliestireno dentro de los cuales se analizó los siguiente parámetros: Densidad API, Gravedad específica, Poder calorífico, Octanaje, Densidad y Flash point.
- Se elaboró las mezclas al 2, 5 y 10% en volumen de bio oil de pirolisis de mezclas de 75% de PS y 25% PP con gasolina extra, mediante la guía de laboratorio y el uso de materiales graduadas volumétricamente además de la ayuda de un agitador para que la mezcla este completamente homogénea, cabe mencionar que el bio oil al tener contacto con la gasolina tiende a solidificarse las parafinas las mismas que fueron retiradas y no presentan alteración alguna a las mezclas.
- Se analizó las propiedades fisicoquímicas de las mezclas obtenidas empleando las normas INEN para productos derivados de petróleo, gasolina y normas ASTM D cuyos resultados fueron satisfactorios para las 3 mezclas que fueron a distintos porcentajes 2, 5 y 10% dentro de las cuales se pudo observar su mejoría en comparación con la muestra estándar que es la gasolina comercial, una de las propiedades que más resaltan es el poder calorífico en la cual destaca la mezcla al 10% que posee un resultado de 94.0645 MJ/Kg seguido de la mezcla al 5% con 80.84 MJ/Kg, otra propiedad es el octanaje en la cual se pudo constatar que ha mayor porcentaje de bio oil este valor tiende a aumentarse por lo cual la mezcla con mayor octanaje es la mezcla al 10% con un valor de 102.85 RON, dentro del análisis del flash point se determina que tanto como su punto de fusión como la de combustión se encuentra debajo de la temperatura ambiente en cuanto a la densidad la mezcla menos densa es al 2% a medida que se va incrementando el porcentaje de bio oil esta tiende a hacerse más densa.
- Se realizó pruebas de funcionamiento de las mezclas de bio oil y gasolina extra comercial en motores de combustión interna, teniendo como resultado a la mezcla al 5% como la más idónea para utilizar en un motor como combustible, ya que posee un buen desarrollo y mayor potencia, en cuanto a las emisiones de gases este biocombustible disminuye una mínima parte en comparación con la muestra estándar respecto a los gases de CO, en cuanto a los HC si disminuye en un porcentaje de 61.90 %, respecto a los gases de CO<sub>2</sub> su emisión se mantiene a la muestra estándar y respecto al O<sub>2</sub> presenta un aumento mínimo.

## **RECOMENDACIONES**

- Controlar la temperatura en el desecado del bio oil durante el proceso de centrifugación que no sobrepase los 25 °C debido que el bio oil posee propiedades volátiles y deforman los tubos falcón al elevarse la temperatura.
- Mantener en un ambiente frio las mezclas de bio oil y gasolina extra además de reservarlas en envases ámbar con sellado hermético.
- Realizar investigaciones a concentraciones mayores del 10% de bio oil con la finalidad de obtener un bio combustible con mayor octanaje el mismo que actualmente es comercializado para autos de carrera.
- Analizar la cantidad de azufre en las distintas muestras cumpliendo con la normativa internacional ASTM D 975 antes de utilizar como combustible.

## BIBLIOGRAFÍA

**AGUILAR, C.** Producción de hidrocarburos a partir de la pirolisis de nuez de mango con catalizadores y mezcla con plástico [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Maestría). Universidad de los Andes, Facultad de Ingenierías. Bogotá-Colombia. 2019. pp. 1-9. [Consulta: 22 marzo 2022]. Disponible en: DOI .1037//0033-2909.I26.1.78.

**AGUIRRE IBARRA, G.; & VACA BURGOS, L.** *Estudio de las propiedades fisicoquímicas de las gasolina extra aditivada con alcoholes, en la Refinería Esmeraldas*. S.l.: s.n. 2017. ISBN 1717012353.

**AMAR GIL, S.; et al.** “Simulation and obtaining of synthetic fuels from the pyrolysis of plastic wastes”. *Ingeniería y Desarrollo* [En línea], 2020, 37(2), pp. 306-326. ISSN 01223461. [Consulta: 22 marzo 2022]. Disponible en: DOI 10.14482/inde.37.2.1285.

**BENJUMEA, N.** *Determinación De La Gravedad Api y La Gravedad Específica Del Petróleos Crudos Y Derivados Del Petróleo (Método Del Termohidrómetro* [En línea]. 2021. pp. 2-3. [Consulta: 22 marzo 2022]. Disponible en: [https://www.academia.edu/24886169/DETERMINACIÓN\\_DE\\_LA\\_GRAVEDAD\\_API\\_Y\\_LA\\_GRAVEDAD\\_ESPECÍFICA\\_DEL\\_PETRÓLEOS\\_CRUDOS\\_Y\\_DERIVADOS\\_DEL\\_PETRÓLEO\\_MÉTODO\\_DEL\\_TERMOHIDRÓMETRO](https://www.academia.edu/24886169/DETERMINACIÓN_DE_LA_GRAVEDAD_API_Y_LA_GRAVEDAD_ESPECÍFICA_DEL_PETRÓLEOS_CRUDOS_Y_DERIVADOS_DEL_PETRÓLEO_MÉTODO_DEL_TERMOHIDRÓMETRO).

**BERASATEGUI, J.** *Tecnología de los Combustibles* [En línea]. Derivados del petróleo. 2021. pp. 46. [Consulta: 22 marzo 2022]. Disponible en: [https://ocw.unican.es/pluginfile.php/3096/course/section/2863/Tema\\_6\\_DERIVADOS\\_DEL\\_PETROLEO.pdf](https://ocw.unican.es/pluginfile.php/3096/course/section/2863/Tema_6_DERIVADOS_DEL_PETROLEO.pdf).

**CAICEDO, C.; et al.** “Propiedades termo-mecánicas del Polipropileno: Efectos durante el reprocesamiento”. *Ingeniería, investigación y tecnología* [En línea], 2017, 18(3), pp. 345-352. [Consulta: 22 marzo 2022]. Disponible en: DOI 10.22201/fi.25940732e.2017.18n3.022.

**CASTILLO, H.P.; et al.** “Análisis de las propiedades fisicoquímicas de gasolina y diesel mexicanos reformulados con Etanol Analysis of Physicochemical Properties of Mexican Gasoline and Diesel Reformulated with Ethanol”. *Ingeniería Investigación y Tecnología* [En línea], 2012, 13(3), pp. 293-306. ISSN 1405-7743. [Consulta: 22 marzo 2022]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/iit/v13n3/v13n3a4.pdf>.

**CAZORLA, E.** *Práctica 1 Grados Api, Flash Point y Destilación*. S.l.: s.n. 2022.

**CORREA, O.; et al.** *Determinación de la gravedad API y la gravedad específica de petróleos crudos y derivados (método del termohidrómetro)* [En línea]. pp. 1-26. [Consulta: 22 marzo 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/212102444/Practica-No-1-API>.

**CORTÉS SÁNCHEZ, M.; et al.** Biocombustibles: tipos y estrategias de producción. *MoleQla: revista de Ciencias de la Universidad Pablo de Olavide* [En línea], 2019, 1(35), pp. 23. ISSN 2173-0903. [Consulta: 18 marzo 2022]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7094734&info=resumen&idioma=SPA%0Ahttps://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7094734%0Ahttps://www.upo.es/cms1/export/sites/upo/moleqla/documentos/Numero35/Numero-35.pdf>.

**DELGADO, A.; et al.** *Obtención de biocombustible a partir de aceite de higuera*. ESCUELA CO. Bogotá: s.n. 2015. ISBN 978-958-8726-21-2.

**EL COMERCIO.** El plástico se transformará en gasolina en el Ecuador. *El Comercio* [En línea]. 2019. [Consulta: 11 junio 2022]. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/tendencias/plastico-transformara-gasolina-ecuador-medioambiente.html>.

**EL DIARIO CORREO.** Uto aprovechará residuos plásticos para obtener combustibles. *Diario Correo* [En línea]. 2021. [Consulta: 11 junio 2022]. Disponible en: <https://diariocorreo.com.ec/62369/nacional/quito-aprovechara-residuos-plasticos-para-obtener-combustibles>.

**FERRARI, L.** “Energías fósiles: diagnóstico, perspectivas e implicaciones económicas”. , vol. 59, no. 2 (2013). pp. 36-43.

**GALLEGOS MURILLO, M.A.** “Análisis Termoquímico De Los Motores De Combustión Interna a Gasolina Mediante El Antidetonante Metil Terbutil Eter (Mtbe)”. *Journal of Chemical Information and Modeling* , 2013, 53(99), pp. 1689-1699. ISSN 1098-6596.

**HUANG, Y.; et al.** “Investigation on fuel properties and engine performance of the extraction phase liquid of bio-oil/biodiesel blends”. *Renewable Energy* [En línea], 2020, 147(1), pp. 1990-

2002. ISSN 18790682. [Consulta: 11 junio 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.10.028>.

**JANOSIK, S.M.** “Polipropileno”. *NASPA Journal*, vol. 42, no. 4 (2016), pp. 1. ISSN 1098-6596.

**KIM, H.; et al.** “An eco-friendly approach for blending of fast-pyrolysis bio-oil in petroleum-derived fuel by controlling ash content of loblolly pine”. *Renewable Energy* [En línea], 2021, 179(1), pp. 2063-2070. ISSN 18790682. [Consulta: 11 junio 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.08.033>.

**MANCHENO, M.; et al.** “Aprovechamiento energético de residuos plásticos obteniendo combustibles líquidos, por medio del proceso de pirólisis”. *La Granja* [En línea], 2016, 23(1), pp. 53-59. ISSN 1390-3799. [Consulta: 11 junio 2022]. Disponible en: DOI 10.17163/lgr.n23.2016.06.

**MOHAMMED, M.K.; et al.** “Effect of ethanol-gasoline blends on SI engine performance and emissions”. *Case Studies in Thermal Engineering* [En línea], 2021, 25(1). pp. 100891. ISSN 2214157X. [Consulta: 11 junio 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.csite.2021.100891>.

**MONTERO, P.** Análisis de las propiedades de la gasolina super y ecopaís al ser mezclado con un aditivo [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). UIDE. 2020. pp. 8-19. [Consulta: 11 junio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/4236/1/T-UIDE-0054.pdf>.

**NTE INEN 1493.** *Determinación del punto de Inflamacion de copa cerrada Pwnsky Martens*

**NTE INEN 533.** *Productos derivados de petróleo . Determinación de la densidad api por el método del hidrómetro.*

**NTE INEN 935.** *Productos derivados de petróleo. Gasolina. Requisitos*

**OCLES, M.** Las industrias del sector poliestireno en el marco del Código Orgánico de la Producción [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Universidad Andina Simón Bolívar. pp. 84. 2017. [Consulta: 11 junio 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6032/1/T2524-MT-Ocles-Las industrias.pdf>.

**PALMAY, P.; et al.** “Production and Analysis of the Physicochemical Properties of the Pyrolytic Oil Obtained from Pyrolysis of Different Thermoplastics and Plastic Mixtures”. *Molecules* [En línea], 2022, 27(10), pp. 3287. [Consulta: 11 junio 2022]. Disponible en: DOI 10.3390/molecules27103287.

**PANERO, M.; et al.** “Limitations in the energy balance when VGO / aqueous bio-oil mixtures are co-processed in FCC units”. *Elsevier* [En línea] 2022, vol. 324, no. May. [Consulta: 11 junio 2022]. Disponible en DOI 10.1016/j.fuel.2022.124798

**PLAZA, P.** IndianOil lanza primer combustible de 100 Octanos de la India. *Petroplaza* [En línea]. 2020. [Consulta: 10 agosto 2022]. Disponible en: <https://www.petroplaza.com/news/26135>.

**QING, M.; et al.** “Pyrolysis of the food waste collected from catering and households under different temperatures: Assessing the evolution of char structure and bio-oil composition”. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* [En línea], 2022, 164(1), pp. 105543. ISSN 0165-2370. [Consulta: 10 agosto 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.JAAP.2022.105543>.

**QUIMBITA, A.; & GUALLICHICO, E.** *Determinación del potencial energético y mecánico del motor mazda f2 al utilizar los tipos de gasolina comercial empleados en Ecuador* [En línea]. 2017. pp. 1-76. [Consulta: 10 agosto 2022]. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/13790/2/ESPEL-MAI-0592-P.pdf>.

**ROCHA, J.C.; et al.** “Efecto de la Adición de Biodiésel en el Rendimiento y la Opacidad de un Motor Diésel”. *Información tecnológica*, 2019, 30(3), pp. 137-146.

**SALINAS CALLEJAS, E.; GASCA QUEZADA, V.** *Biocombustibles* [En línea]. 2010. pp. 99-116. [Consulta: 10 agosto 2022]. Disponible en: [https://doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2010-6-es](https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2010-6-es).

**TIPANTASIG CORDOVA, E.M.** *Diseño De Un Proceso Industrial Para La Obtención de Bioetanol a partir de Yuca*. 2017.

**TORROBA, A.** Atlas de los biocombustibles líquidos 2019-2020. *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)* [En línea]. 2020. pp. 1-42. Disponible en: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/13974/BVE20128304e.pdf?sequence=1&isAl>

lowed=y.

**YAQOOB, H. ; et al.** 2022. Energy, exergy, sustainability and economic analysis of waste tire pyrolysis oil blends with different nanoparticle additives in spark ignition engine. *Energy* [En línea], 2022, 251(1). p. 23. ISSN 03605442. [Consulta: 10 agosto 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.123697>.



ANEXOS

ANEXO A: PETRÓLEO CRUDO GENERALIZADO, CORRECCIÓN DE GRAVEDAD API OBSERVADA A GRAVEDAD API A 60 °F

GENERALIZED CRUDE OILS CORRECTION TO 60 F							
OBSERVED API GRAVITY AT	TEMPERATURE						TEMP. F
	57.5	58.0	58.5	59.0	59.5	60.0	
60.0	57.5*	58.0*	58.5*	59.0*	59.5*	60.0*	60.0
60.5	57.4*	57.9*	58.4*	58.9*	59.4*	59.9*	60.5
61.0	57.4*	57.9*	58.4*	58.9*	59.4*	59.9*	61.0
61.5	57.3*	57.8*	58.3*	58.8*	59.3*	59.8*	61.5
62.0	57.3*	57.8*	58.3*	58.8*	59.3*	59.8*	62.0
62.5	57.2*	57.7*	58.2*	58.7*	59.2*	59.7*	62.5
63.0	57.2*	57.7*	58.2*	58.7*	59.2*	59.7*	63.0
63.5	57.1*	57.6*	58.1*	58.6*	59.1*	59.6*	63.5
64.0	57.1*	57.5*	58.0*	58.5*	59.0*	59.5*	64.0
64.5	57.0*	57.5*	58.0*	58.5*	59.0*	59.5*	64.5
65.0	56.9*	57.4*	57.9*	58.4*	58.9*	59.4*	65.0
65.5	56.9*	57.4*	57.9*	58.4*	58.9*	59.4*	65.5
66.0	56.8*	57.3*	57.8*	58.3*	58.8*	59.3*	66.0
66.5	56.8*	57.3*	57.8*	58.3*	58.7*	59.2*	66.5
67.0	56.7*	57.2*	57.7*	58.2*	58.7*	59.2*	67.0
67.5	56.7*	57.2*	57.6*	58.1*	58.6*	59.1*	67.5
68.0	56.6*	57.1*	57.6*	58.1*	58.6*	59.1*	68.0
68.5	56.5*	57.0*	57.5*	58.0*	58.5*	59.0*	68.5
69.0	56.5*	57.0*	57.5*	58.0*	58.5*	59.0*	69.0
69.5	56.4*	56.9*	57.4*	57.9*	58.4*	58.9*	69.5
70.0	56.4*	56.9*	57.4*	57.9*	58.3*	58.8*	70.0
70.5	56.3*	56.8*	57.3*	57.8*	58.3*	58.8*	70.5
71.0	56.3*	56.8*	57.3*	57.7*	58.2*	58.7*	71.0
71.5	56.2*	56.7*	57.2*	57.7*	58.2*	58.7*	71.5
72.0	56.2*	56.7*	57.1*	57.6*	58.1*	58.6*	72.0

**ANEXO B: PETRÓLEO CRUDO GENERALIZADO, CORRECCIÓN DE GRAVEDAD API OBSERVADA A GRAVEDAD API A 60 °F**

**TABLE 5A, GENERALIZED CRUDE OILS  
API CORRECTION TO 60 F**

51.0	API GRAVITY AT OBSERVED TEMPERATURE					54.0	54.5	55.0	TEMP. F
	51.5	52.0	52.5	53.0	53.5				
CORRESPONDING API GRAVITY AT 60 F									
51.0	51.5	52.0	52.5	53.0	53.5	54.0	54.5	55.0	60.0
50.9	51.4	51.9	52.4	52.9	53.4	53.9	54.4	54.9	60.5
50.9	51.4	51.9	52.4	52.9	53.4	53.9	54.4	54.9	61.0
50.8	51.3	51.8	52.3	52.8	53.3	53.8	54.3	54.8	61.5
50.8	51.3	51.8	52.3	52.8	53.3	53.8	54.3	54.8	62.0
50.7	51.2	51.7	52.2	52.7	53.2	53.7	54.2	54.7	62.5
50.7	51.2	51.7	52.2	52.7	53.2	53.7	54.2	54.7	63.0
50.6	51.1	51.6	52.1	52.6	53.1	53.6	54.1	54.6	63.5
50.6	51.1	51.6	52.1	52.6	53.1	53.6	54.1	54.6	64.0
50.5	51.0	51.5	52.0	52.5	53.0	53.5	54.0	54.5	64.5
50.5	51.0	51.5	52.0	52.5	53.0	53.5	54.0	54.5	65.0
50.4	50.9	51.4	51.9	52.4	52.9	53.4	53.9	54.4	65.5
50.4	50.9	51.4	51.9	52.4	52.9	53.4	53.9	54.4	66.0
50.3	50.8	51.3	51.8	52.3	52.8	53.3	53.8	54.3	66.5
50.3	50.8	51.3	51.8	52.3	52.8	53.3	53.8	54.3	67.0
50.2	50.7	51.2	51.7	52.2	52.7	53.2	53.7	54.2	67.5
50.2	50.7	51.2	51.7	52.2	52.7	53.2	53.7	54.2	68.0
50.1	50.6	51.1	51.6	52.1	52.6	53.1	53.6	54.1	68.5
50.1	50.6	51.1	51.6	52.1	52.6	53.1	53.6	54.1	69.0
50.0	50.5	51.0	51.5	52.0	52.5	53.0	53.5	54.0	69.5
50.0	50.5	51.0	51.5	52.0	52.5	52.9	53.4	53.9	70.0
49.9	50.4	50.9	51.4	51.9	52.4	52.9	53.4	53.9	70.5
49.9	50.4	50.9	51.4	51.9	52.3	52.8	53.3	53.8	71.0
49.8	50.3	50.8	51.3	51.8	52.3	52.8	53.3	53.8	71.5
49.8	50.3	50.8	51.3	51.8	52.2	52.7	53.2	53.7	72.0
49.7	50.2	50.7	51.2	51.7	52.2	52.7	53.2	53.7	72.5
49.7	50.2	50.7	51.2	51.7	52.1	52.6	53.1	53.6	73.0
49.6	50.1	50.6	51.1	51.6	52.1	52.6	53.1	53.6	73.5
49.6	50.1	50.6	51.1	51.6	52.0	52.5	53.0	53.5	74.0
49.5	50.0	50.5	51.0	51.5	52.0	52.5	53.0	53.5	74.5
49.5	50.0	50.5	51.0	51.5	51.9	52.4	52.9	53.4	75.0

ED VALUE

API GRAVITY = 50.0 TO 55.0

# ANEXO C: ANÁLISIS DE OCTANAJE Y DENSIDAD A LAS MEZCLAS DE BIOCOMBUSTIBLE 2, 5 Y 10 %



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
ÁREA DE INVESTIGACIÓN



## INFORME DE RESULTADOS DE LABORATORIO

### 1. Información general

Orden de trabajo N°:	<b>042</b>	N° Informe:	042
		Ref. Preforma:	AI-2022- 042
Razón Social / Nombres Apellidos:	Jessica Mariol Agualongo Coles		
RUC o CI:	1754421517		
Dirección:	Robamba		
Fecha de emisión:	1 de agosto del 2022		
Fecha de muestreo:	N/A	Muestra tomada por:	Cliente
Fecha de recepción de la muestra:	28 de julio del 2022		
Fecha de realización del análisis:	29 de julio del 2022		
Correo electrónico:	jess21@outlook.es		
Teléfono:	0988086232		
Persona de Contacto:	Jessica Mariol Agualongo Coles	Teléfono:	0988086232

### 2. Especificaciones del ensayo

Muestra:	Combustibles
Descripción:	Combustibles
Tipo:	N/A
Equipo:	Eranlytic Eraspec
Lugar:	Laboratorio A-212
Analista:	Ing. Pablo Londoño
Descripción:	Método interno
Observaciones:	Ninguna

### 3. Resultados

Muestra	Parámetro	Valor	Unidades
Biocombustible 2%	Densidad	0.7436	g/ml a 15.6°C
	RON	90.15	RON
Biocombustible 5%	Densidad	0.7471	g/ml a 15.6°C
	RON	95.25	RON
Biocombustible 10%	Densidad	0.7585	g/ml a 15.6°C
	RON	102.85	RON



Escaneado electrónicamente por:  
**PABLO ANDRES  
LONDONO LARREA**

Ing. Pablo Londoño  
Responsable técnico  
1 de agosto del 2022

El informe no se puede reproducir de manera total o parcial sin la autorización del laboratorio.  
Descargo de responsabilidad por muestreo o información entregada por el cliente.

FIN DEL INFORME

**ANEXO D: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 935 PRODUCTOS DERIVADOS DE PETRÓLEO.**



**NORMA  
TÉCNICA  
ECUATORIANA**

**NTE INEN 935**

Novena revisión  
2016-02

**PRODUCTOS DERIVADOS DE PETRÓLEO. GASOLINA.  
REQUISITOS**

PETROLEUM PRODUCTS. GASOLINE. REQUIREMENTS

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO GASOLINA REQUISITOS	NTE INEN 935:2016 Novena revisión 2016-02
-----------------------------------------------	------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------

## 1. OBJETO

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la gasolina para motores de combustión interna de encendido por chispa.

## 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son referidos en este documento y son indispensables para su aplicación. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición del documento de referencia (incluyendo cualquier enmienda).

NTE INEN 2341, *Productos del petróleo. Productos relacionados con el petróleo y afines. Definiciones*

NTE INEN 2266, *Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos. Requisitos*

NTE INEN 2102, *Derivados del petróleo. Gasolina. Determinación de las características antidetonantes. Método research (RON)*

ASTM D86, *Standard test method for distillation of petroleum products at atmospheric pressure*

ASTM D130, *Standard test method for corrosiveness to copper from petroleum products by copper strip test*

ASTM D323, *Standard test method for vapor pressure of petroleum products (Reid Method)*

ASTM D381, *Standard test method for gum content in fuels by jet evaporation*

ASTM D525, *Standard test method for oxidation stability of gasoline (Induction period method)*

ASTM D1319, *Standard test method for hydrocarbon types in liquid petroleum products by fluorescent indicator adsorption*

ASTM D2622, *Standard test method for sulfur in petroleum products by wavelength dispersive X-ray fluorescence spectrometry*

ASTM D3237, *Standard test method for lead in gasoline by atomic absorption spectroscopy*

ASTM D3606, *Standard test method for determination of benzene and toluene in finished motor and aviation gasoline by gas chromatography*

ASTM D3831, *Standard test method for manganese in gasoline by atomic absorption spectroscopy*

ASTM D4057, *Standard practice for manual sampling of petroleum and petroleum products*

ASTM D4177, *Standard practice for automatic sampling of petroleum and petroleum products*

ASTM D4294, *Standard test method for sulfur in petroleum and petroleum products by energy dispersive X-ray fluorescence spectrometry*

ASTM D4815, *Standard test method for determination of MTBE, ETBE, TAME, DIPE, tertiary-Amyl Alcohol and C<sub>1</sub> to C<sub>4</sub> alcohols in gasoline by gas chromatography*

ASTM D4953, *Standard test method for vapor pressure of gasoline and gasoline-oxygenate blends (Dry method)*

ASTM D5059, *Standard test methods for lead in gasoline by X-Ray spectroscopy*

ASTM D5185, *Standard test method for multielement determination of used and unused lubricating oils and base oils by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP-AES)*

ASTM D5188, *Standard test method for vapor-liquid ratio temperature determination of fuels (Evacuated chamber and piston based method)*

ASTM D5191, *Standard test method for vapor pressure of petroleum products (Mini method)*

ASTM D5453, *Standard test method for determination of total sulfur in light hydrocarbons, spark ignition engine fuel, diesel engine fuel and engine oil by ultraviolet fluorescence*

ASTM D5580, *Standard test method for determination of benzene, toluene, ethylbenzene, p/m-Xylene, o-Xylene, C<sub>9</sub> and heavier aromatics, and total aromatics in finished gasoline by gas chromatography*

ASTM D5845, *Standard test method for determination of MTBE, ETBE, TAME, DIPE, Methanol, Ethanol and tert-Butanol in gasoline by infrared spectroscopy*

ASTM D5854, *Standard practice for mixing and handling of liquid samples of petroleum and petroleum products*

ASTM D6277, *Standard test method for determination of benzene in spark-ignition engine fuels using mid infrared spectroscopy*

ASTM D6730, *Standard test method for determination of individual components in spark ignition engine fuels by 100-metre capillary (with precolumn) high-resolution gas chromatography*

ASTM D7525, *Standard test method for oxidation stability of spark ignition fuel—rapid small scale oxidation test (RSSOT)*

### 3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, se adoptan las definiciones contempladas en NTE INEN 2341.

### 4. CLASIFICACIÓN

La gasolina de acuerdo con su octanaje se clasifica en tres tipos:

- a) gasolina de 87 octanos (RON),
- b) gasolina de 92 octanos (RON),
- c) gasolina de 93 octanos (RON).

### 5. REQUISITOS

El transporte, almacenamiento y manejo de la gasolina debe realizarse de conformidad con lo establecido en NTE INEN 2266.

La gasolina de 87 octanos, 92 octanos y 93 octanos, ensayada de acuerdo con las normas correspondientes, debe cumplir con los requisitos establecidos en las tablas 1, 2 y 3 respectivamente.

TABLA 1. Requisitos de la gasolina de 87 octanos (RON)

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Número de octano Research (RON) <sup>a</sup>	--	87	--	NTE INEN 2102
Destilación: 10 %	°C	--	70	ASTM D86
50 %	°C	77	121	ASTM D86
90 %	°C	--	189	ASTM D86
Punto final	°C	--	220	ASTM D86
Residuo de destilación	% <sup>b</sup>	--	2	ASTM D86
Relación vapor – líquido a 60 °C	--	--	20	ASTM D5188
Presión de vapor	kPa	--	60	ASTM D323 ASTM D4953 ASTM D5191
Corrosión a la lámina de cobre (3 h a 50 °C)	--	--	1	ASTM D130
Contenido de gomas	mg/100 mL	--	3	ASTM D381
Contenido de azufre	% <sup>c</sup>	--	0,065	ASTM D2622 ASTM D4294 ASTM D5453
Contenido de aromáticos	% <sup>b</sup>	--	30	ASTM D1319
Contenido de benceno	% <sup>b</sup>	--	1	ASTM D3606 ASTM D5580 ASTM D6277 ASTM D6730
Contenido de olefinas	% <sup>b</sup>	--	18	ASTM D1319
Estabilidad a la oxidación	min	240	--	ASTM D525 ASTM D7525
Contenido de oxígeno	% <sup>c</sup>	--	2,7	ASTM D4815 ASTM D5845
Contenido de plomo	mg/L	--	No detectable	ASTM D3237 ASTM D5059 ASTM D5185
Contenido de manganeso	mg/L	--	No detectable	ASTM D3831 ASTM D5185
Contenido de hierro	mg/L	--	No detectable	ASTM D5185
NOTA. En el caso que las gasolinas contengan etanol anhidro la presión de vapor, este puede llegar hasta 62 kPa.				
<sup>a</sup> Para determinar el número de octano Research en ciudades de altura, se debe considerar la ecuación descrita en NTE INEN 2102.				
<sup>b</sup> % corresponde a fracción de volumen expresada en porcentaje.				
<sup>c</sup> % corresponde a fracción de masa expresada en porcentaje.				

TABLA 2. Requisitos de la gasolina 92 octanos (RON)

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Número de octano Research (RON) <sup>a</sup>	--	92,0	--	NTE INEN 2102
Destilación: 10 %	°C	--	70	ASTM D86
50 %	°C	77	121	ASTM D86
90 %	°C	--	190	ASTM D86
Punto final	°C	--	220	ASTM D86
Residuo de destilación	% <sup>b</sup>	--	2	ASTM D86
Relación vapor – líquido a 60 °C	--	--	20	ASTM D5188
Presión de vapor	kPa	--	60	ASTM D323 ASTM D4953 ASTM D5191
Corrosión a la lámina de cobre (3 h a 50 °C)	--	--	1	ASTM D130
Contenido de gomas	mg/100 mL	--	4,0	ASTM D381
Contenido de azufre	% <sup>c</sup>	--	0,065	ASTM D2622 ASTM D4294 ASTM D5453
Contenido de aromáticos	% <sup>b</sup>	--	35,0	ASTM D1319
Contenido de benceno	% <sup>b</sup>	--	2,0	ASTM D3606 ASTM D5580 ASTM D6277 ASTM D6730
Contenido de olefinas	% <sup>b</sup>	--	25,0	ASTM D1319
Estabilidad a la oxidación	min	240	--	ASTM D525 ASTM D7525
Contenido de oxígeno	% <sup>c</sup>	--	2,7	ASTM D4815 ASTM D5845
Contenido de plomo	mg/L	--	No detectable	ASTM D3237 ASTM D5059 ASTM D5185
Contenido de manganeso	mg/L	--	No detectable	ASTM D3831 ASTM D5185
Contenido de hierro	mg/L	--	No detectable	ASTM D5185

NOTA. En el caso que las gasolinas contengan etanol anhidro la presión de vapor, este puede llegar hasta 62 kPa.

<sup>a</sup> Para determinar el número de octano Research en ciudades de altura, se debe considerar la ecuación descrita en NTE INEN 2102.

<sup>b</sup> % corresponde a fracción de volumen expresada en porcentaje.

<sup>c</sup> % corresponde a fracción de masa expresada en porcentaje.

TABLA 3. Requisitos de la gasolina 93 octanos (RON)

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Número de octano Research (RON) <sup>a</sup>	--	93	--	NTE INEN 2102
Destilación: 10 %	°C	--	70	ASTM D86
50 %	°C	77	121	ASTM D86
90 %	°C	--	190	ASTM D86
Punto final	°C	--	220	ASTM D86
Residuo de destilación	% <sup>b</sup>	--	2	ASTM D86
Relación vapor - líquido a 60 °C	--	--	20	ASTM D5188
Presión de vapor	kPa	--	62	ASTM D323 ASTM D4953 ASTM D5191
Corrosión a la lámina de cobre (3 h a 50 °C)	--	--	1	ASTM D130
Contenido de gomas	mg/100 mL	--	4	ASTM D381
Contenido de azufre	% <sup>c</sup>	--	0,03	ASTM D2622 ASTM D4294 ASTM D5453
Contenido de aromáticos	% <sup>b</sup>	--	35	ASTM D1319
Contenido de benceno	% <sup>b</sup>	--	1,3	ASTM D3606 ASTM D5580 ASTM D6277 ASTM D6730
Contenido de olefinas	% <sup>b</sup>	--	25	ASTM D1319
Estabilidad a la oxidación	min	240	--	ASTM D525 ASTM D7525
Contenido de oxígeno	% <sup>c</sup>	--	2,7	ASTM D4815 ASTM D5845
Contenido de plomo	mg/L	--	No detectable	ASTM D3237 ASTM D5059 ASTM D5185
Contenido de manganeso	mg/L	--	No detectable	ASTM D3831 ASTM D5185
Contenido de hierro	mg/L	--	No detectable	ASTM D5185

<sup>a</sup> Para determinar el número de octano Research en ciudades de altura, se debe considerar la ecuación descrita en NTE INEN 2102.

<sup>b</sup> % corresponde a fracción de volumen expresada en porcentaje.

<sup>c</sup> % corresponde a fracción de masa expresada en porcentaje.

## 6. MUESTREO

El muestreo se debe realizar de acuerdo con lo establecido en ASTM D4057, ASTM D4177 y ASTM D5854.

# ANEXO E: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, MUESTRA ESTANDAR GASOLINA

## Point Data Report

Jessica Agualongo

H: W: E:  
2010 Chevrolet Spark

**MUNDO TUERCA**

Mecanica Automotriz - Dyno AWD

Phone: +593 2317026 - 099 567 4028

Fax:

### standar 1

#	Time	Speed I	RPM	Power	Torque	Speed II	€
1	0.03	40.09	3375	22.87	35.59	0.00	-
2	0.13	40.39	3400	23.12	35.70	0.00	1
3	0.22	40.69	3425	23.33	35.77	0.00	7
4	0.32	40.98	3450	23.51	35.78	0.00	1
5	0.41	41.28	3475	23.66	35.75	0.00	1
6	0.51	41.58	3500	23.82	35.73	0.00	2
7	0.60	41.87	3525	23.97	35.71	0.00	3
8	0.70	42.17	3550	24.12	35.67	0.00	3
9	0.79	42.47	3575	24.28	35.66	0.00	4
10	0.89	42.77	3600	24.46	35.68	0.00	4
11	0.98	43.06	3625	24.68	35.74	0.00	5
12	1.08	43.36	3650	24.94	35.88	0.00	5
13	1.17	43.66	3675	25.23	36.05	0.00	6
14	1.26	43.95	3700	25.55	36.26	0.00	7
15	1.36	44.25	3725	25.90	36.50	0.00	7
16	1.45	44.55	3750	26.25	36.75	0.00	8
17	1.54	44.84	3775	26.60	37.00	0.00	8
18	1.63	45.14	3800	26.93	37.21	0.00	9
19	1.72	45.44	3825	27.24	37.40	0.00	1
20	1.81	45.74	3850	27.53	37.54	0.00	1
21	1.90	46.03	3875	27.81	37.67	0.00	1
22	1.99	46.33	3900	28.08	37.81	0.00	1
23	2.08	46.63	3925	28.37	37.94	0.00	1
24	2.17	46.92	3950	28.68	38.13	0.00	1
25	2.26	47.22	3975	29.01	38.32	0.00	1
26	2.35	47.52	4000	29.37	38.55	0.00	1
27	2.44	47.81	4025	29.73	38.78	0.00	1
28	2.52	48.11	4050	30.09	39.01	0.00	1
29	2.61	48.41	4075	30.45	39.24	0.00	1
30	2.70	48.71	4100	30.78	39.41	0.00	1
31	2.78	49.00	4125	31.08	39.56	0.00	1
32	2.87	49.30	4150	31.34	39.65	0.00	1
33	2.95	49.60	4175	31.56	39.69	0.00	1
34	3.04	49.89	4200	31.76	39.70	0.00	1
35	3.12	50.19	4225	31.92	39.67	0.00	2
36	3.21	50.49	4250	32.07	39.62	0.00	2
37	3.29	50.78	4275	32.24	39.60	0.00	2
38	3.38	51.08	4300	32.43	39.60	0.00	2
39	3.46	51.38	4325	32.67	39.66	0.00	2
40	3.55	51.68	4350	32.99	39.82	0.00	2
41	3.63	51.97	4375	33.40	40.08	0.00	2
42	3.72	52.27	4400	33.89	40.44	0.00	2
43	3.80	52.57	4425	34.47	40.90	0.00	2
44	3.88	52.86	4450	35.14	41.46	0.00	2
45	3.96	53.16	4475	35.87	42.08	0.00	2
46	4.04	53.46	4500	36.62	42.73	0.00	2

# Point Data Report

**Jessica Agualongo**

H. W. E.  
2010 Chevrolet Spark

**MUNDO TUERCA**

Mecanica Automotriz - Dyno AWD

Phone: +593 2317026 - 099 567 4028  
Fax:

## standar 1

#	Time	Speed I	RPM	Power	Torque	Speed II	Γ
47	4.12	53.75	4525	37.40	43.39	0.00	2
48	4.20	54.05	4550	38.16	44.04	0.00	2
49	4.28	54.35	4575	38.90	44.64	0.00	2
50	4.35	54.64	4600	39.59	45.19	0.00	2
51	4.43	54.94	4625	40.20	45.64	0.00	3
52	4.50	55.24	4650	40.74	46.00	0.00	3
53	4.57	55.54	4675	41.16	46.23	0.00	3
54	4.65	55.83	4700	41.49	46.35	0.00	3
55	4.72	56.13	4725	41.72	46.36	0.00	3
56	4.79	56.43	4750	41.83	46.24	0.00	3
57	4.87	56.72	4775	41.88	46.05	0.00	3
58	4.94	57.02	4800	41.84	45.76	0.00	3
59	5.02	57.32	4825	41.74	45.42	0.00	3
60	5.09	57.61	4850	41.61	45.05	0.00	3
61	5.17	57.91	4875	41.45	44.64	0.00	3
62	5.24	58.21	4900	41.29	44.24	0.00	3
63	5.32	58.51	4925	41.12	43.84	0.00	3
64	5.40	58.80	4950	40.97	43.46	0.00	3
65	5.47	59.10	4975	40.83	43.09	0.00	3
66	5.55	59.40	5000	40.70	42.74	0.00	3
67	5.63	59.69	5025	40.58	42.40	0.00	4
68	5.71	59.99	5050	40.47	42.08	0.00	4
69	5.79	60.29	5075	40.38	41.78	0.00	4
70	5.87	60.58	5100	40.29	41.48	0.00	4
71	5.96	60.88	5125	40.20	41.19	0.00	4
72	6.04	61.18	5150	40.13	40.92	0.00	4
73	6.12	61.48	5175	40.05	40.63	0.00	4
74	6.20	61.77	5200	40.00	40.39	0.00	4
75	6.29	62.07	5225	39.94	40.13	0.00	4
76	6.37	62.37	5250	39.89	39.89	0.00	4
77	6.46	62.66	5275	39.84	39.65	0.00	4
78	6.54	62.96	5300	39.78	39.41	0.00	4
79	6.63	63.26	5325	39.73	39.17	0.00	4
80	6.72	63.55	5350	39.68	38.95	0.00	4
81	6.80	63.85	5375	39.61	38.69	0.00	5
82	6.89	64.15	5400	39.53	38.44	0.00	5
83	6.98	64.45	5425	39.42	38.16	0.00	5
84	7.07	64.74	5450	39.32	37.88	0.00	5
85	7.16	65.04	5475	39.17	37.57	0.00	5
86	7.25	65.34	5500	38.98	37.22	0.00	5
87	7.34	65.63	5525	38.75	36.83	0.00	5
88	7.43	65.93	5550	38.46	36.39	0.00	5
89	7.53	66.23	5575	38.09	35.87	0.00	5
90	7.62	66.52	5600	37.62	35.27	0.00	5
91	7.72	66.82	5625	37.09	34.62	0.00	5
92	7.82	67.12	5650	36.51	33.93	0.00	6

# Point Data Report

Jessica Agualongo

H. W. E.  
2010 Chevrolet Spark

**MUNDO TUERCA**

Mecanica Automotriz - Dyno AWD

Phone: +593 2317026 - 099 567 4028  
Fax:

## standar 1

#	Time	Speed I	RPM	Power	Torque	Speed II	€
93	7.92	67.42	5675	35.91	33.23	0.00	€
94	8.02	67.71	5700	35.34	32.55	0.00	€
95	8.13	68.01	5725	34.83	31.94	0.00	€
96	8.23	68.31	5750	34.45	31.46	0.00	€
97	8.34	68.60	5775	34.20	31.09	0.00	€
98	8.45	68.90	5800	34.07	30.84	0.00	€
99	8.56	69.20	5825	34.04	30.69	0.00	€
100	8.67	69.49	5850	34.06	30.57	0.00	€
101	8.78	69.79	5875	34.03	30.41	0.00	7
102	8.89	70.09	5900	33.89	30.16	0.00	7
103	9.01	70.39	5925	33.59	29.76	0.00	7
104	9.12	70.68	5950	33.14	29.24	0.00	7
105	9.24	70.98	5975	32.54	28.59	0.00	7
106	9.36	71.28	6000	31.77	27.80	0.00	7
107	9.48	71.57	6025	30.93	26.96	0.00	7
108	9.61	71.87	6050	30.03	26.06	0.00	7
109	9.74	72.17	6075	29.12	25.17	0.00	8
110	9.88	72.46	6100	28.19	24.27	0.00	8
111	10.02	72.76	6125	27.36	23.45	0.00	8
112	10.17	73.06	6150	26.59	22.70	0.00	8
113	10.32	73.36	6175	25.87	22.00	0.00	8
114	10.47	73.65	6200	25.20	21.34	0.00	8
115	10.63	73.95	6225	24.60	20.75	0.00	8
116	10.80	74.25	6250	24.02	20.18	0.00	9
117	10.97	74.54	6275	23.39	19.57	0.00	9
118	11.14	74.84	6300	22.75	18.96	0.00	9
119	11.33	75.14	6325	20.97	17.41	0.00	9
120	11.59	75.43	6350	10.44	8.64	0.00	1

ANEXO F: COMBUSTIBLE AL 2%

**Point Data Report**

Jessica Agualongo

H: W: E:  
2010 Chevrolet Spark

**MUNDO TUERCA**

Mecanica Automotriz - Dyno AWD

Phone: +593 2317026 - 099 567 4028

Fax:

**Run #11**

#	Time	Speed I	RPM	Power	Torque	Speed II	Γ
1	0.10	36.53	3075	17.44	29.79	0.00	0
2	0.21	36.83	3100	17.52	29.69	0.00	6
3	0.33	37.12	3125	17.59	29.57	0.00	1
4	0.44	37.42	3150	17.68	29.48	0.00	1
5	0.56	37.72	3175	17.78	29.40	0.00	2
6	0.67	38.01	3200	17.88	29.35	0.00	3
7	0.79	38.31	3225	17.99	29.31	0.00	3
8	0.90	38.61	3250	18.09	29.24	0.00	4
9	1.02	38.91	3275	18.18	29.15	0.00	5
10	1.14	39.20	3300	18.24	29.03	0.00	5
11	1.26	39.50	3325	18.26	28.85	0.00	6
12	1.37	39.80	3350	18.27	28.64	0.00	7
13	1.49	40.09	3375	18.27	28.44	0.00	7
14	1.61	40.39	3400	18.29	28.25	0.00	8
15	1.73	40.69	3425	18.31	28.08	0.00	5
16	1.85	40.98	3450	18.37	27.97	0.00	1
17	1.98	41.28	3475	18.44	27.88	0.00	1
18	2.10	41.58	3500	18.55	27.84	0.00	1
19	2.22	41.87	3525	18.68	27.83	0.00	1
20	2.34	42.17	3550	18.84	27.87	0.00	1
21	2.46	42.47	3575	19.02	27.94	0.00	1
22	2.59	42.77	3600	19.26	28.09	0.00	1
23	2.71	43.06	3625	19.53	28.30	0.00	1
24	2.83	43.36	3650	19.86	28.58	0.00	1
25	2.94	43.66	3675	20.21	28.89	0.00	1
26	3.06	43.95	3700	20.60	29.24	0.00	1
27	3.18	44.25	3725	20.99	29.59	0.00	1
28	3.29	44.55	3750	21.35	29.90	0.00	1
29	3.40	44.84	3775	21.68	30.16	0.00	1
30	3.52	45.14	3800	21.99	30.39	0.00	2
31	3.63	45.44	3825	22.28	30.59	0.00	2
32	3.74	45.74	3850	22.57	30.79	0.00	2
33	3.85	46.03	3875	22.86	30.99	0.00	2
34	3.96	46.33	3900	23.18	31.22	0.00	2
35	4.07	46.63	3925	23.53	31.48	0.00	2
36	4.17	46.92	3950	23.92	31.81	0.00	2
37	4.28	47.22	3975	24.34	32.16	0.00	2
38	4.39	47.52	4000	24.78	32.53	0.00	2
39	4.49	47.81	4025	25.19	32.87	0.00	2
40	4.59	48.11	4050	25.58	33.17	0.00	2
41	4.70	48.41	4075	25.92	33.41	0.00	2
42	4.80	48.71	4100	26.19	33.56	0.00	2
43	4.90	49.00	4125	26.43	33.65	0.00	3
44	5.00	49.30	4150	26.59	33.65	0.00	3
45	5.10	49.60	4175	26.73	33.62	0.00	3
46	5.20	49.89	4200	26.82	33.54	0.00	3

# Point Data Report

**Jessica Agualongo**

H. W. E.  
2010 Chevrolet Spark

**MUNDO TUERCA**

Mecanica Automotriz - Dyno AWD

Phone: +593 2317026 - 099 567 4028  
Fax:

## Run #11

#	Time	Speed I	RPM	Power	Torque	Speed II	€
47	5.30	50.19	4225	26.91	33.45	0.00	3
48	5.41	50.49	4250	26.99	33.36	0.00	3
49	5.51	50.78	4275	27.11	33.31	0.00	3
50	5.61	51.08	4300	27.27	33.31	0.00	3
51	5.71	51.38	4325	27.50	33.39	0.00	3
52	5.81	51.68	4350	27.77	33.53	0.00	3
53	5.91	51.97	4375	28.12	33.75	0.00	3
54	6.01	52.27	4400	28.51	34.04	0.00	3
55	6.11	52.57	4425	28.92	34.33	0.00	3
56	6.21	52.86	4450	29.35	34.64	0.00	3
57	6.31	53.16	4475	29.77	34.94	0.00	4
58	6.41	53.46	4500	30.18	35.22	0.00	4
59	6.50	53.75	4525	30.53	35.43	0.00	4
60	6.60	54.05	4550	30.83	35.59	0.00	4
61	6.69	54.35	4575	31.08	35.68	0.00	4
62	6.79	54.64	4600	31.24	35.67	0.00	4
63	6.89	54.94	4625	31.35	35.60	0.00	4
64	6.98	55.24	4650	31.40	35.47	0.00	4
65	7.08	55.54	4675	31.43	35.31	0.00	4
66	7.17	55.83	4700	31.45	35.14	0.00	4
67	7.27	56.13	4725	31.47	34.98	0.00	4
68	7.37	56.43	4750	31.51	34.84	0.00	4
69	7.47	56.72	4775	31.59	34.75	0.00	4
70	7.56	57.02	4800	31.70	34.69	0.00	5
71	7.66	57.32	4825	31.83	34.65	0.00	5
72	7.76	57.61	4850	31.95	34.60	0.00	5
73	7.86	57.91	4875	32.08	34.56	0.00	5
74	7.96	58.21	4900	32.19	34.51	0.00	5
75	8.06	58.51	4925	32.29	34.43	0.00	5
76	8.15	58.80	4950	32.36	34.34	0.00	5
77	8.25	59.10	4975	32.39	34.20	0.00	5
78	8.35	59.40	5000	32.39	34.03	0.00	5
79	8.45	59.69	5025	32.37	33.83	0.00	5
80	8.55	59.99	5050	32.32	33.62	0.00	5
81	8.66	60.29	5075	32.28	33.40	0.00	6
82	8.76	60.58	5100	32.22	33.18	0.00	6
83	8.86	60.88	5125	32.18	32.98	0.00	6
84	8.96	61.18	5150	32.16	32.79	0.00	6
85	9.07	61.48	5175	32.15	32.63	0.00	6
86	9.17	61.77	5200	32.13	32.45	0.00	6
87	9.28	62.07	5225	32.12	32.28	0.00	6
88	9.38	62.37	5250	32.07	32.08	0.00	6
89	9.49	62.66	5275	32.04	31.90	0.00	6
90	9.60	62.96	5300	31.99	31.70	0.00	6
91	9.70	63.26	5325	31.96	31.53	0.00	6
92	9.81	63.55	5350	31.93	31.34	0.00	7

# Point Data Report

Jessica Agualongo

H. W. E.  
2010 Chevrolet Spark

**MUNDO TUERCA**

Mecanica Automotriz - Dyno AWD

Phone: +593 2317026 - 099 567 4028  
Fax:

## Run #11

#	Time	Speed I	RPM	Power	Torque	Speed II	Γ
93	9.92	63.85	5375	31.91	31.19	0.00	7
94	10.03	64.15	5400	31.91	31.04	0.00	7
95	10.14	64.45	5425	31.90	30.88	0.00	7
96	10.25	64.74	5450	31.86	30.70	0.00	7
97	10.36	65.04	5475	31.79	30.50	0.00	7
98	10.47	65.34	5500	31.67	30.25	0.00	7
99	10.59	65.63	5525	31.54	29.98	0.00	7
100	10.70	65.93	5550	31.38	29.70	0.00	7
101	10.82	66.23	5575	31.22	29.42	0.00	8
102	10.93	66.52	5600	31.06	29.13	0.00	8
103	11.05	66.82	5625	30.92	28.87	0.00	8
104	11.17	67.12	5650	30.86	28.68	0.00	8
105	11.29	67.42	5675	30.83	28.53	0.00	8
106	11.41	67.71	5700	30.85	28.43	0.00	8
107	11.53	68.01	5725	30.89	28.34	0.00	8
108	11.65	68.31	5750	30.92	28.24	0.00	8
109	11.77	68.60	5775	30.90	28.11	0.00	8
110	11.89	68.90	5800	30.80	27.89	0.00	5
111	12.01	69.20	5825	30.62	27.61	0.00	5
112	12.13	69.49	5850	30.38	27.27	0.00	5
113	12.26	69.79	5875	30.13	26.94	0.00	5
114	12.39	70.09	5900	29.88	26.60	0.00	5
115	12.52	70.39	5925	29.67	26.30	0.00	5
116	12.64	70.68	5950	29.50	26.04	0.00	5
117	12.78	70.98	5975	29.37	25.82	0.00	5
118	12.91	71.28	6000	29.24	25.60	0.00	1
119	13.04	71.57	6025	29.14	25.40	0.00	1
120	13.18	71.87	6050	29.02	25.19	0.00	1
121	13.31	72.17	6075	28.88	24.97	0.00	1
122	13.45	72.46	6100	28.61	24.63	0.00	1
123	13.59	72.76	6125	28.28	24.25	0.00	1
124	13.73	73.06	6150	27.94	23.86	0.00	1

ANEXO G: COMBUSTIBLE AL 5%

**Point Data Report**

Jessica Agualongo

H: W: E:  
2010 Chevrolet Spark

**MUNDO TUERCA**

Mecanica Automotriz - Dyno AWD

Phone: +593 2317026 - 099 567 4028

Fax:

**Run #12**

#	Time	Speed I	RPM	Power	Torque	Speed II	Cl
1	0.05	37.12	3125	25.19	42.34	0.00	-
2	0.14	37.42	3150	25.78	42.99	0.00	1
3	0.22	37.72	3175	26.23	43.39	0.00	6
4	0.30	38.01	3200	26.60	43.66	0.00	1
5	0.37	38.31	3225	26.89	43.80	0.00	1
6	0.45	38.61	3250	27.16	43.88	0.00	1
7	0.53	38.90	3275	27.38	43.91	0.00	2
8	0.61	39.20	3300	27.59	43.91	0.00	2
9	0.68	39.50	3325	27.78	43.88	0.00	3
10	0.76	39.80	3350	27.95	43.82	0.00	3
11	0.84	40.09	3375	28.12	43.76	0.00	4
12	0.92	40.39	3400	28.26	43.66	0.00	4
13	0.99	40.69	3425	28.42	43.58	0.00	5
14	1.07	40.98	3450	28.59	43.52	0.00	5
15	1.15	41.28	3475	28.77	43.49	0.00	6
16	1.23	41.58	3500	28.97	43.47	0.00	6
17	1.31	41.87	3525	29.19	43.49	0.00	6
18	1.38	42.17	3550	29.44	43.55	0.00	7
19	1.46	42.47	3575	29.71	43.65	0.00	7
20	1.54	42.77	3600	30.02	43.80	0.00	8
21	1.62	43.06	3625	30.36	43.99	0.00	8
22	1.69	43.36	3650	30.72	44.21	0.00	5
23	1.77	43.66	3675	31.10	44.45	0.00	5
24	1.85	43.95	3700	31.51	44.73	0.00	1
25	1.92	44.25	3725	31.91	44.99	0.00	1
26	2.00	44.55	3750	32.31	45.25	0.00	1
27	2.07	44.84	3775	32.71	45.50	0.00	1
28	2.15	45.14	3800	33.08	45.72	0.00	1
29	2.22	45.44	3825	33.46	45.94	0.00	1
30	2.30	45.74	3850	33.82	46.14	0.00	1
31	2.37	46.03	3875	34.18	46.33	0.00	1
32	2.44	46.33	3900	34.55	46.53	0.00	1
33	2.51	46.63	3925	34.92	46.73	0.00	1
34	2.59	46.92	3950	35.31	46.94	0.00	1
35	2.66	47.22	3975	35.70	47.18	0.00	1
36	2.73	47.52	4000	36.10	47.39	0.00	1
37	2.80	47.81	4025	36.50	47.63	0.00	1
38	2.87	48.11	4050	36.89	47.84	0.00	1
39	2.95	48.41	4075	37.26	48.03	0.00	1
40	3.02	48.71	4100	37.62	48.19	0.00	1
41	3.09	49.00	4125	37.94	48.30	0.00	1
42	3.16	49.30	4150	38.24	48.39	0.00	1
43	3.23	49.60	4175	38.50	48.43	0.00	1
44	3.30	49.89	4200	38.76	48.47	0.00	2
45	3.37	50.19	4225	39.00	48.48	0.00	2
46	3.44	50.49	4250	39.25	48.50	0.00	2

# Point Data Report

Jessica Agualongo

H. W. E.  
2010 Chevrolet Spark

MUNDO TUERCA

Mecanica Automotriz - Dyno AWD

Phone: +593 2317026 - 099 567 4028  
Fax:

## Run #12

#	Time	Speed I	RPM	Power	Torque	Speed II	l
47	3.51	50.78	4275	39.51	48.54	0.00	2
48	3.58	51.08	4300	39.79	48.60	0.00	2
49	3.65	51.38	4325	40.09	48.69	0.00	2
50	3.72	51.68	4350	40.44	48.83	0.00	2
51	3.79	51.97	4375	40.81	48.99	0.00	2
52	3.85	52.27	4400	41.22	49.20	0.00	2
53	3.92	52.57	4425	41.63	49.41	0.00	2
54	3.99	52.86	4450	42.07	49.65	0.00	2
55	4.06	53.16	4475	42.49	49.87	0.00	2
56	4.13	53.46	4500	42.92	50.09	0.00	2
57	4.20	53.75	4525	43.31	50.27	0.00	2
58	4.26	54.05	4550	43.68	50.41	0.00	2
59	4.33	54.35	4575	43.99	50.50	0.00	2
60	4.40	54.65	4600	44.28	50.55	0.00	2
61	4.47	54.94	4625	44.51	50.55	0.00	2
62	4.53	55.24	4650	44.69	50.47	0.00	2
63	4.60	55.54	4675	44.85	50.38	0.00	3
64	4.67	55.83	4700	44.95	50.23	0.00	3
65	4.74	56.13	4725	45.02	50.04	0.00	3
66	4.80	56.43	4750	45.08	49.84	0.00	3
67	4.87	56.72	4775	45.10	49.61	0.00	3
68	4.94	57.02	4800	45.14	49.39	0.00	3
69	5.01	57.32	4825	45.17	49.17	0.00	3
70	5.08	57.62	4850	45.19	48.93	0.00	3
71	5.15	57.91	4875	45.22	48.71	0.00	3
72	5.22	58.21	4900	45.24	48.49	0.00	3
73	5.29	58.51	4925	45.30	48.31	0.00	3
74	5.36	58.80	4950	45.34	48.11	0.00	3
75	5.43	59.10	4975	45.40	47.93	0.00	3
76	5.50	59.40	5000	45.47	47.76	0.00	3
77	5.57	59.69	5025	45.51	47.57	0.00	3
78	5.64	59.99	5050	45.58	47.41	0.00	3
79	5.72	60.29	5075	45.66	47.25	0.00	3
80	5.79	60.58	5100	45.72	47.08	0.00	4
81	5.86	60.88	5125	45.78	46.92	0.00	4
82	5.93	61.18	5150	45.85	46.76	0.00	4
83	6.00	61.48	5175	45.91	46.60	0.00	4
84	6.08	61.77	5200	45.95	46.41	0.00	4
85	6.15	62.07	5225	45.99	46.23	0.00	4
86	6.22	62.37	5250	46.03	46.05	0.00	4
87	6.30	62.66	5275	46.08	45.88	0.00	4
88	6.37	62.96	5300	46.12	45.70	0.00	4
89	6.45	63.26	5325	46.14	45.51	0.00	4
90	6.52	63.55	5350	46.16	45.32	0.00	4
91	6.60	63.85	5375	46.18	45.13	0.00	4
92	6.67	64.15	5400	46.18	44.92	0.00	4

# Point Data Report

Jessica Agualongo

H. W. E.  
2010 Chevrolet Spark

**MUNDO TUERCA**

Mecanica Automotriz - Dyno AWD

Phone: +593 2317026 - 099 567 4028  
Fax:

## Run #12

#	Time	Speed I	RPM	Power	Torque	Speed II	€
93	6.75	64.45	5425	46.17	44.70	0.00	4
94	6.82	64.74	5450	46.18	44.50	0.00	5
95	6.90	65.04	5475	46.15	44.28	0.00	5
96	6.98	65.34	5500	46.13	44.05	0.00	5
97	7.06	65.63	5525	46.12	43.84	0.00	5
98	7.13	65.93	5550	46.10	43.62	0.00	5
99	7.21	66.23	5575	46.06	43.39	0.00	5
100	7.29	66.52	5600	46.03	43.17	0.00	5
101	7.37	66.82	5625	46.00	42.95	0.00	5
102	7.45	67.12	5650	45.98	42.74	0.00	5
103	7.53	67.42	5675	45.93	42.51	0.00	5
104	7.61	67.71	5700	45.89	42.29	0.00	5
105	7.69	68.01	5725	45.84	42.05	0.00	5
106	7.77	68.31	5750	45.79	41.83	0.00	5
107	7.85	68.60	5775	45.72	41.58	0.00	€
108	7.93	68.90	5800	45.64	41.33	0.00	€
109	8.01	69.20	5825	45.53	41.06	0.00	€
110	8.10	69.49	5850	45.43	40.79	0.00	€
111	8.18	69.79	5875	45.32	40.51	0.00	€
112	8.27	70.09	5900	45.18	40.22	0.00	€
113	8.35	70.39	5925	45.03	39.91	0.00	€
114	8.44	70.68	5950	44.85	39.59	0.00	€
115	8.52	70.98	5975	44.65	39.25	0.00	€
116	8.61	71.28	6000	44.39	38.86	0.00	€
117	8.70	71.57	6025	43.99	38.35	0.00	€
118	8.79	71.87	6050	43.12	37.43	0.00	€
119	8.88	72.17	6075	42.09	36.39	0.00	7
120	8.97	72.46	6100	40.69	35.03	0.00	7
121	9.07	72.76	6125	38.83	33.29	0.00	7

ANEXO H: COMBUSTIBLE AL 10%

**Point Data Report**

Jessica Agualongo

H: W: E:  
2010 Chevrolet Spark

**MUNDO TUERCA**

Mecanica Automotriz - Dyno AWD

Phone: +593 2317026 - 099 567 4028

Fax:

**Run #14**

#	Time	Speed I	RPM	Power	Torque	Speed II	Γ
1	0.03	35.64	3000	26.11	45.72	0.00	-
2	0.10	35.94	3025	26.35	45.76	0.00	1
3	0.17	36.23	3050	26.55	45.73	0.00	5
4	0.25	36.53	3075	26.73	45.66	0.00	9
5	0.32	36.83	3100	26.91	45.59	0.00	1
6	0.40	37.12	3125	27.07	45.49	0.00	1
7	0.47	37.42	3150	27.22	45.39	0.00	2
8	0.55	37.72	3175	27.38	45.29	0.00	2
9	0.62	38.01	3200	27.53	45.19	0.00	2
10	0.70	38.31	3225	27.68	45.09	0.00	3
11	0.77	38.61	3250	27.84	44.99	0.00	3
12	0.85	38.90	3275	27.99	44.90	0.00	4
13	0.93	39.20	3300	28.14	44.78	0.00	4
14	1.00	39.50	3325	28.29	44.69	0.00	5
15	1.08	39.80	3350	28.45	44.60	0.00	5
16	1.16	40.09	3375	28.61	44.52	0.00	6
17	1.23	40.39	3400	28.76	44.42	0.00	6
18	1.31	40.69	3425	28.90	44.32	0.00	6
19	1.39	40.98	3450	29.05	44.23	0.00	7
20	1.46	41.28	3475	29.21	44.15	0.00	7
21	1.54	41.58	3500	29.39	44.10	0.00	8
22	1.62	41.87	3525	29.58	44.07	0.00	8
23	1.69	42.17	3550	29.79	44.07	0.00	9
24	1.77	42.47	3575	30.03	44.12	0.00	9
25	1.85	42.77	3600	30.30	44.20	0.00	1
26	1.93	43.06	3625	30.59	44.33	0.00	1
27	2.00	43.36	3650	30.93	44.50	0.00	1
28	2.08	43.66	3675	31.28	44.70	0.00	1
29	2.16	43.95	3700	31.65	44.93	0.00	1
30	2.23	44.25	3725	32.05	45.18	0.00	1
31	2.31	44.55	3750	32.44	45.44	0.00	1
32	2.38	44.84	3775	32.83	45.68	0.00	1
33	2.46	45.14	3800	33.23	45.93	0.00	1
34	2.53	45.44	3825	33.61	46.16	0.00	1
35	2.60	45.74	3850	33.99	46.37	0.00	1
36	2.68	46.03	3875	34.38	46.60	0.00	1
37	2.75	46.33	3900	34.76	46.82	0.00	1
38	2.82	46.63	3925	35.17	47.06	0.00	1
39	2.89	46.92	3950	35.57	47.30	0.00	1
40	2.97	47.22	3975	35.99	47.55	0.00	1
41	3.04	47.52	4000	36.42	47.81	0.00	1
42	3.11	47.81	4025	36.83	48.05	0.00	1
43	3.18	48.11	4050	37.24	48.30	0.00	1
44	3.25	48.41	4075	37.62	48.49	0.00	1
45	3.32	48.71	4100	37.96	48.63	0.00	2
46	3.39	49.00	4125	38.28	48.74	0.00	2

# Point Data Report

**Jessica Agualongo**

H. W. E.  
2010 Chevrolet Spark

**MUNDO TUERCA**

Mecanica Automotriz - Dyno AWD

Phone: +593 2317026 - 099 567 4028

Fax:

## Run #14 10

#	Time	Speed I	RPM	Power	Torque	Speed II	Γ
47	3.46	49.30	4150	38.53	48.77	0.00	2
48	3.53	49.60	4175	38.76	48.76	0.00	2
49	3.60	49.89	4200	38.94	48.69	0.00	2
50	3.67	50.19	4225	39.09	48.59	0.00	2
51	3.74	50.49	4250	39.23	48.47	0.00	2
52	3.81	50.78	4275	39.35	48.34	0.00	2
53	3.88	51.08	4300	39.48	48.22	0.00	2
54	3.95	51.38	4325	39.65	48.15	0.00	2
55	4.02	51.68	4350	39.84	48.11	0.00	2
56	4.10	51.97	4375	40.08	48.12	0.00	2
57	4.17	52.27	4400	40.36	48.18	0.00	2
58	4.24	52.57	4425	40.71	48.32	0.00	2
59	4.31	52.86	4450	41.08	48.48	0.00	2
60	4.38	53.16	4475	41.47	48.68	0.00	2
61	4.45	53.46	4500	41.90	48.90	0.00	2
62	4.52	53.75	4525	42.32	49.12	0.00	2
63	4.59	54.05	4550	42.73	49.32	0.00	2
64	4.65	54.35	4575	43.10	49.48	0.00	3
65	4.72	54.64	4600	43.45	49.61	0.00	3
66	4.79	54.94	4625	43.75	49.68	0.00	3
67	4.86	55.24	4650	44.00	49.69	0.00	3
68	4.93	55.54	4675	44.22	49.67	0.00	3
69	5.00	55.83	4700	44.38	49.59	0.00	3
70	5.07	56.13	4725	44.50	49.47	0.00	3
71	5.14	56.43	4750	44.61	49.32	0.00	3
72	5.21	56.72	4775	44.69	49.15	0.00	3
73	5.28	57.02	4800	44.76	48.97	0.00	3
74	5.35	57.32	4825	44.80	48.76	0.00	3
75	5.42	57.61	4850	44.86	48.58	0.00	3
76	5.49	57.91	4875	44.91	48.38	0.00	3
77	5.56	58.21	4900	44.96	48.19	0.00	3
78	5.63	58.51	4925	45.01	48.00	0.00	3
79	5.70	58.80	4950	45.05	47.80	0.00	3
80	5.77	59.10	4975	45.09	47.60	0.00	3
81	5.84	59.40	5000	45.11	47.38	0.00	4
82	5.91	59.69	5025	45.13	47.17	0.00	4
83	5.99	59.99	5050	45.16	46.97	0.00	4
84	6.06	60.29	5075	45.18	46.76	0.00	4
85	6.13	60.58	5100	45.20	46.55	0.00	4
86	6.21	60.88	5125	45.23	46.35	0.00	4
87	6.28	61.18	5150	45.27	46.17	0.00	4
88	6.35	61.48	5175	45.31	45.99	0.00	4
89	6.43	61.77	5200	45.34	45.80	0.00	4
90	6.50	62.07	5225	45.38	45.61	0.00	4
91	6.58	62.37	5250	45.42	45.44	0.00	4
92	6.65	62.66	5275	45.47	45.28	0.00	4

## Point Data Report

Jessica Agualongo

H. W. E.  
2010 Chevrolet Spark

MUNDO TUERCA

Mecanica Automotriz - Dyno AWD

Phone: +593 2317026 - 099 567 4028  
Fax:

### Run #14

#	Time	Speed I	RPM	Power	Torque	Speed II	€
93	6.73	62.96	5300	45.51	45.10	0.00	4
94	6.80	63.26	5325	45.55	44.92	0.00	4
95	6.88	63.55	5350	45.59	44.76	0.00	4
96	6.96	63.85	5375	45.61	44.57	0.00	5
97	7.03	64.15	5400	45.63	44.38	0.00	5
98	7.11	64.45	5425	45.64	44.19	0.00	5
99	7.19	64.74	5450	45.63	43.98	0.00	5
100	7.26	65.04	5475	45.62	43.76	0.00	5
101	7.34	65.34	5500	45.56	43.51	0.00	5
102	7.42	65.63	5525	45.51	43.26	0.00	5
103	7.50	65.93	5550	45.42	42.99	0.00	5
104	7.58	66.23	5575	45.33	42.71	0.00	5
105	7.66	66.52	5600	45.18	42.37	0.00	5
106	7.74	66.82	5625	45.00	42.02	0.00	5
107	7.82	67.12	5650	44.77	41.62	0.00	5
108	7.90	67.42	5675	44.46	41.15	0.00	5
109	7.99	67.71	5700	44.05	40.59	0.00	6
110	8.07	68.01	5725	43.54	39.94	0.00	6
111	8.16	68.31	5750	42.91	39.19	0.00	6
112	8.25	68.60	5775	42.19	38.37	0.00	6
113	8.34	68.90	5800	41.40	37.49	0.00	6
114	8.43	69.20	5825	40.59	36.60	0.00	6
115	8.52	69.49	5850	39.85	35.78	0.00	6
116	8.62	69.79	5875	39.18	35.03	0.00	6
117	8.72	70.09	5900	38.69	34.44	0.00	6
118	8.82	70.39	5925	38.31	33.96	0.00	6
119	8.92	70.68	5950	38.11	33.64	0.00	6
120	9.02	70.98	5975	38.02	33.42	0.00	7
121	9.12	71.28	6000	38.00	33.26	0.00	7
122	9.22	71.57	6025	37.99	33.12	0.00	7
123	9.33	71.87	6050	37.91	32.91	0.00	7
124	9.43	72.17	6075	37.60	32.51	0.00	7
125	9.54	72.46	6100	37.17	32.01	0.00	7
126	9.64	72.76	6125	36.55	31.34	0.00	7
127	9.76	73.06	6150	35.73	30.51	0.00	7

# ANEXO I: RESULTADO DE TORQUE Y POTENCIA MUESTRA ESTANDAR

## Session Report

Jessica Agualongo

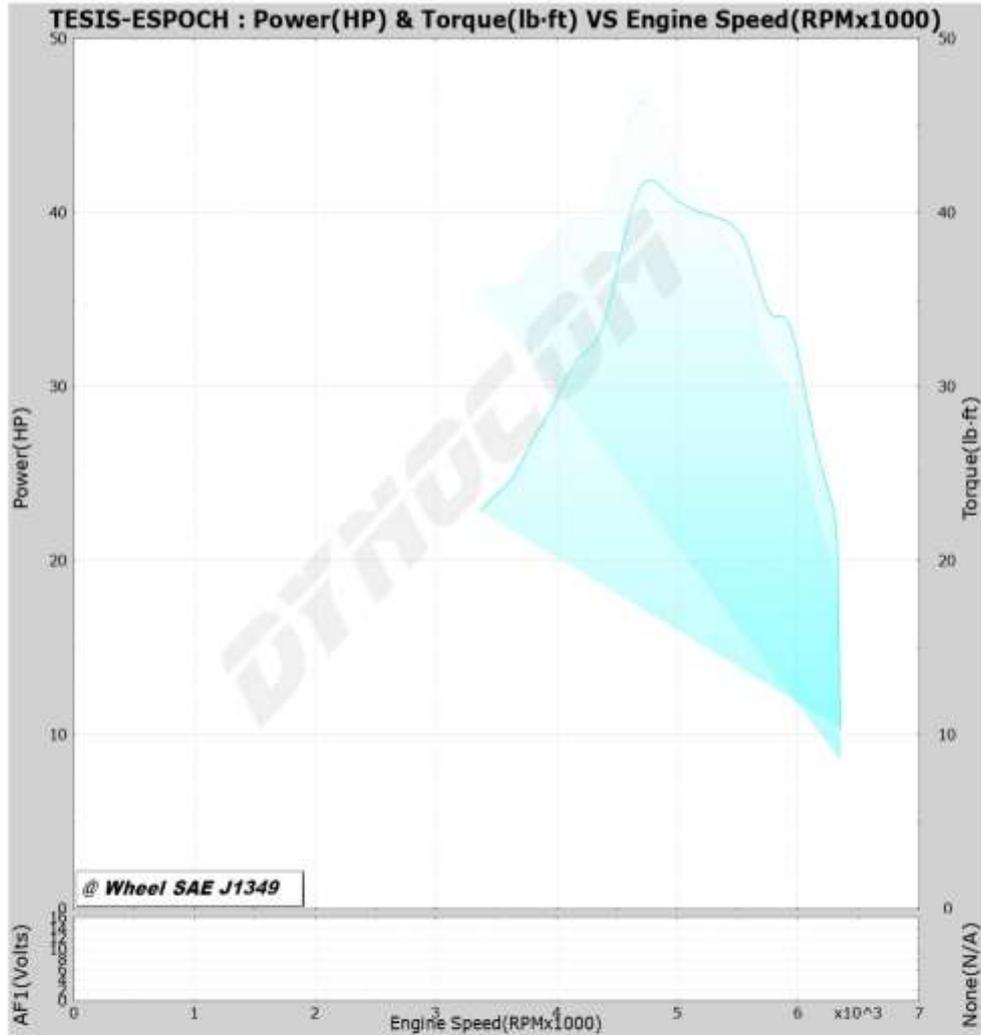
H: W: E:  
2010 Chevrolet Spark

MUNDO TUERCA

Mecanica Automotriz - Dyno AWD

Phone: +593 2317026 - 099 587 4028  
Fax:

### RESULTS



Color	Run	Title	Date	Time	Max HP	Eng HP	Avg HP	Gain	Max Torque	Eng Torque	Avg Torque	CF	Description
Cyan	7	standar 1	8/22/22	11:07	41.9 HP	NA	33.2 HP	88.8%	46.4 lb-ft	NA	36.5 lb-ft	1.42	

ANEXO J: RESULTADO DE TORQUE Y POTENCIA MUESTRA AL 2%

**Session Report**

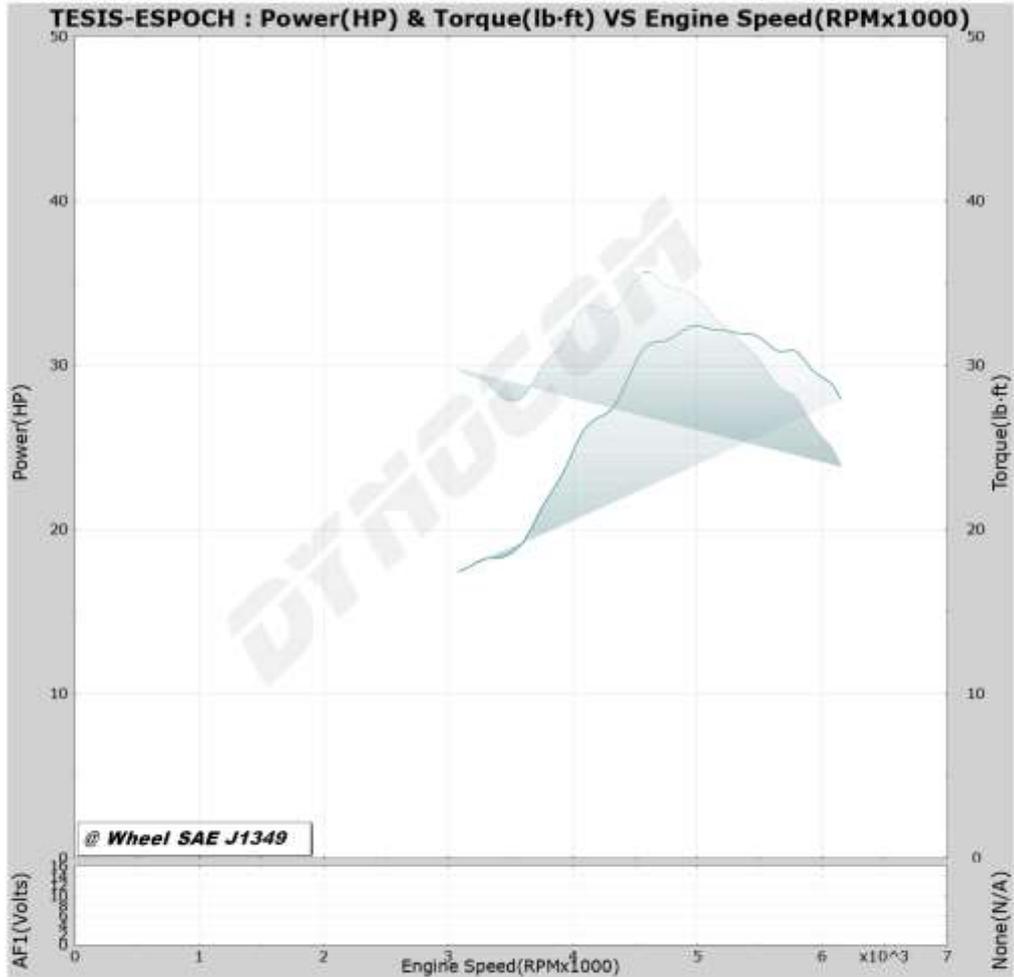
Jessica Agualongo

H: W: E:  
2010 Chevrolet Spark

**MUNDO TUERCA**

Mecanica Automotriz - Dyno AWD  
Phone: +593 2317026 - 099 567 4028  
Fax:

**RESULTS**



Color	Run	Title	Date	Time	Max HP	Eng HP	Avg HP	Gain	Max Torque	Eng Torque	Avg Torque	CF	Description
	11	Combustion 1	8/25/22	12:04	32.4 HP	NA	27.1 HP	46.0%	35.7 lb-ft	NA	30.9 lb-ft	1.43	

ANEXO K: RESULTADO DE TORQUE Y POTENCIA MUESTRA AL 5%

**Session Report**

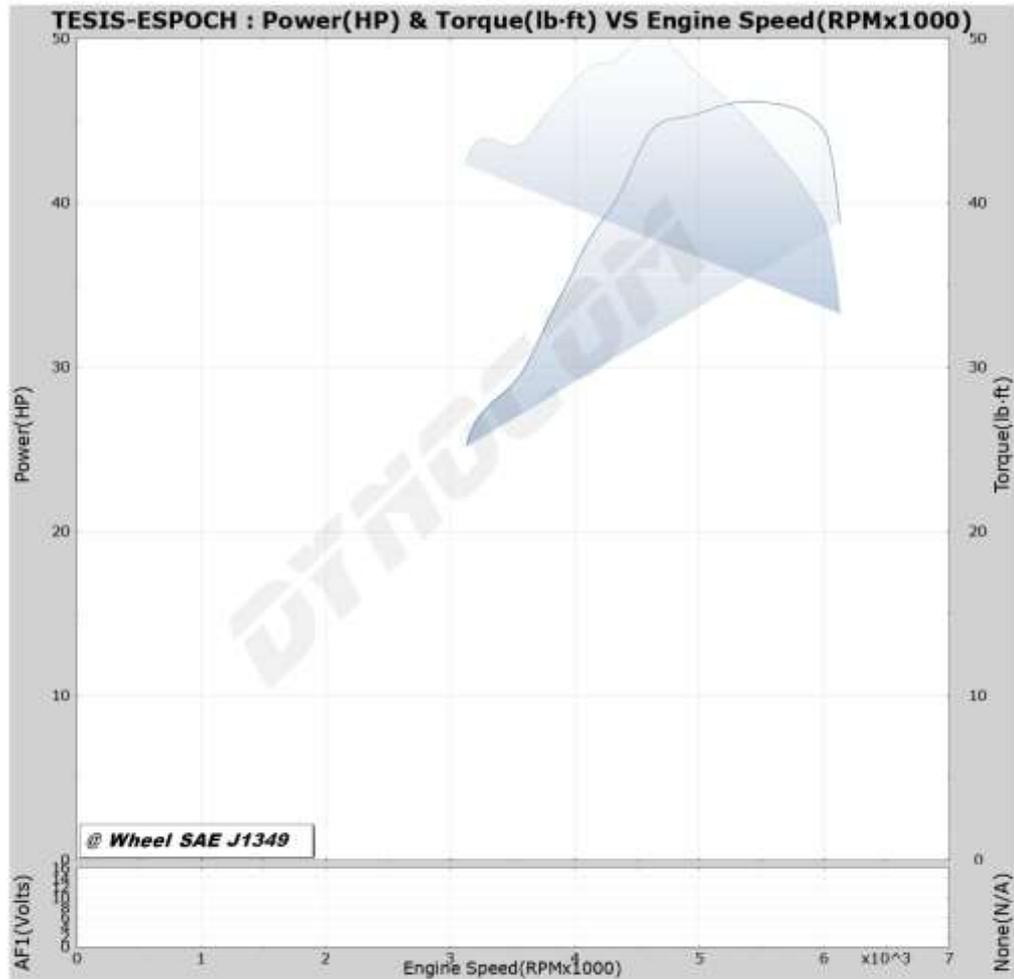
Jessica Agualongo

H: W: E:  
2010 Chevrolet Spark

MUNDO TUERCA

Mecanica Automotriz - Dyno AWD  
Phone: +593 2317026 - 099 567 4028  
Fax:

**RESULTS**



Color	Run	Title	Date	Time	Max HP	Eng HP	Avg HP	Gain	Max Torque	Eng Torque	Avg Torque	CF	Description
	12	Combustion 2	8/25/22	12:12	46.3 HP	NA	36.8 HP	108.2%	50.6 lb-ft	NA	45.4 lb-ft	1.42	

ANEXO L: RESULTADO DE TORQUE Y POTENCIA MUESTRA AL 10%

**Session Report**

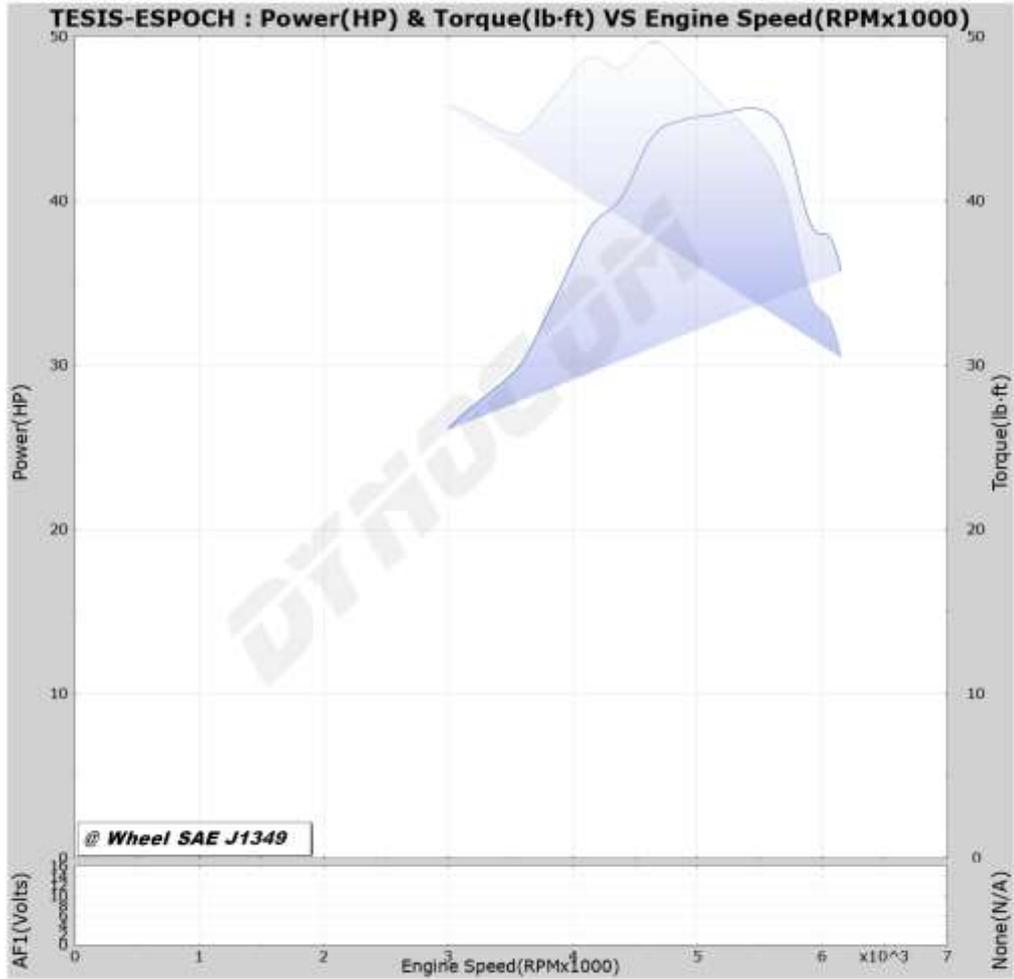
Jessica Agualongo

H: W: E:  
2010 Chevrolet Spark

MUNDO TUERCA

Mecanica Automotriz - Dyno AWD  
Phone: +593 2317026 - 099 567 4028  
Fax:

**RESULTS**



Color	Run	Title	Date	Time	Max HP	Eng HP	Avg HP	Gain	Max Torque	Eng Torque	Avg Torque	CF	Description
	14	Combustor 3	8/22/22	12:23	45.6 HP	NA	38.5 HP	105.8%	49.7 lb-ft	NA	44.7 lb-ft	1.43	

**ANEXO M: PROCESO DE DESACADO DEL BIOCOMBUSTIBLE**

a)



b)



c)

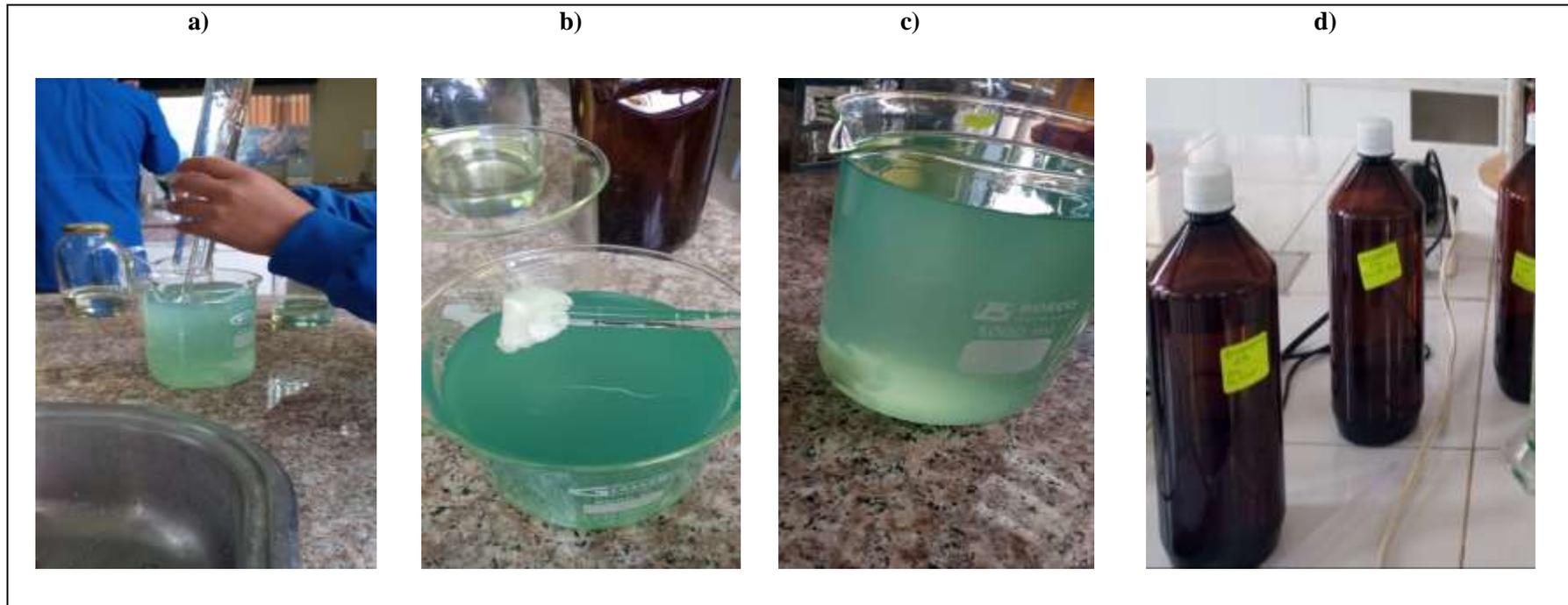


d)



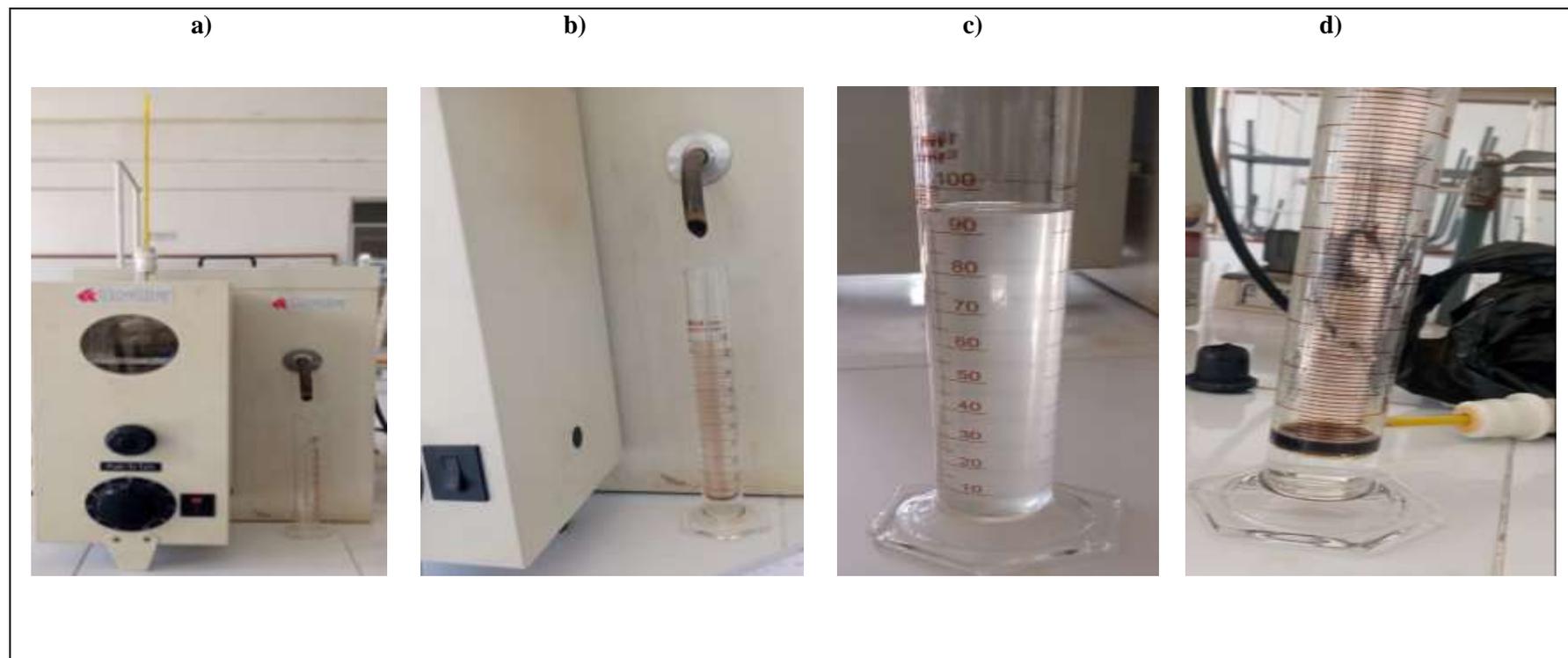
NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	<p align="center"> <b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>  <b>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>   <b>REALIZADO POR:</b>                      Agualongo Coles Jessica Marisol                 </p>	TEMA												
a) Bio Oil obtenido mediante pirólisis de mezcla de polipropileno y poliestireno. b) Secante “sulfato de calcio deshidratado” c) Muestras a centrifugarse. d) Bio Oil sin contenido de agua.	<table border="1"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>CERTIFICADO</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>APROBADO</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>POR APROBAR</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>POR CALIFICAR</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>POR VERIFICAR</td></tr> </table>		<input type="checkbox"/>	CERTIFICADO	<input type="checkbox"/>	APROBADO	<input type="checkbox"/>	POR APROBAR	<input type="checkbox"/>	POR CALIFICAR	<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR	<p align="center"> <b>CARACTERIZACIÓN DE MEZCLAS DE GASOLINA EXTRA-COMERCIAL CON BIOIL OBTENIDO A PARTIR DE PIRÓLISIS DE MEZCLAS DE POLIPROPILENO Y POLIESTIRENO</b> </p>	<p align="center"><b>ESCALA</b></p>	<p align="center"><b>FECHA</b></p>
<input type="checkbox"/>	CERTIFICADO														
<input type="checkbox"/>	APROBADO														
<input type="checkbox"/>	POR APROBAR														
<input type="checkbox"/>	POR CALIFICAR														
<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR														
			1:1	03/08/2022	1										

**ANEXO N: PREPARACIÓN DE MEZCLAS DE GASOLINA EXTRA CON BIO OIL AL 2, 5 Y 10%**



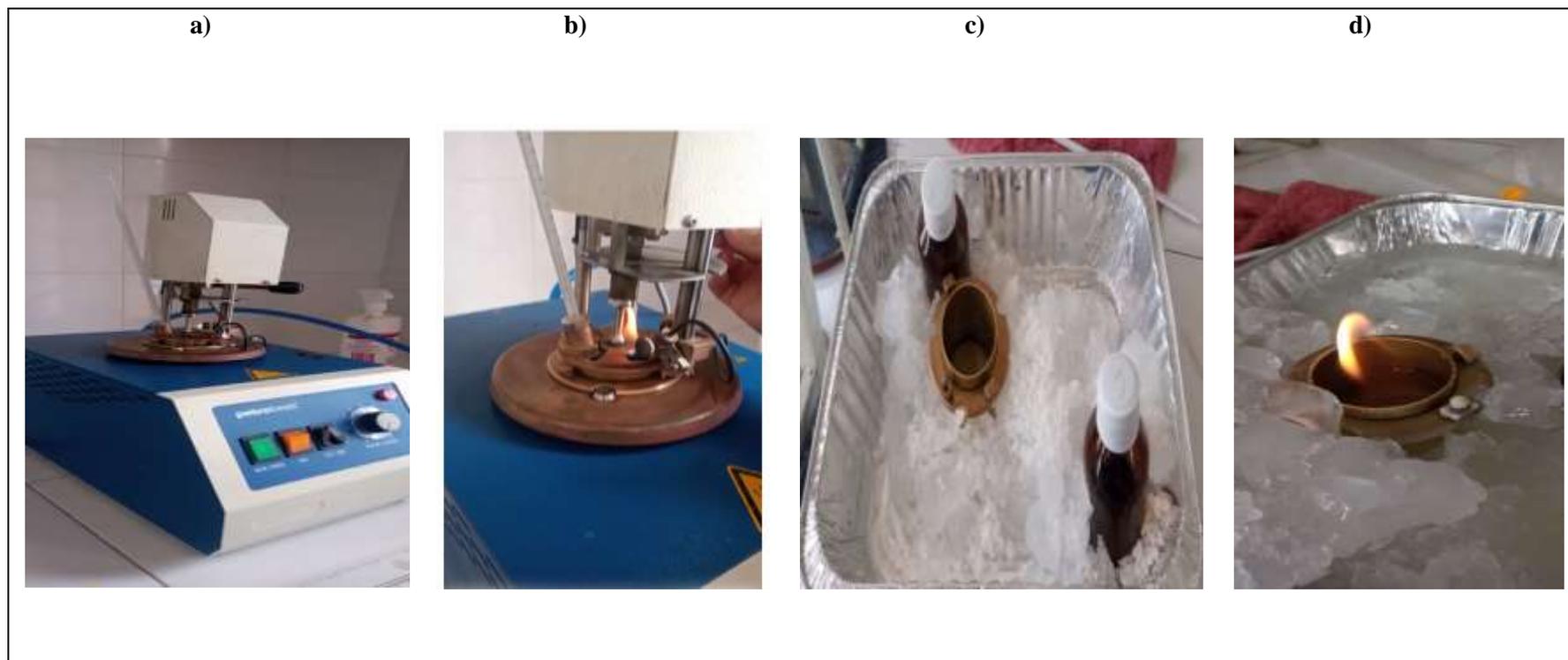
NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA	TEMA		
a) Mezcla de Bio Oil en gasolina extra. b) Formación de parafinas c) Reposo de la mezcla obtenida d) Envasado.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> CERTIFICADO APROBADO POR APROBAR POR CALIFICAR POR VERIFICAR		<b>REALIZADO POR:</b> Agualongo Coles Jessica Marisol	<b>CARACTERIZACIÓN DE MEZCLAS DE GASOLINA EXTRA-COMERCIAL CON BIOIL OBTENIDO A PARTIR DE PIRÓLISIS DE MEZCLAS DE POLIPROPILENO Y POLIESTIRENO</b>	
				ESCALA	FECHA
			1:1	03/08/2022	2

## ANEXO O: DESTILACIÓN DEL BIOCOMBUSTIBLE



NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	<p style="text-align: center;">ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p style="text-align: center;">FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p style="text-align: center;"><b>REALIZADO POR:</b> Agualongo Coles Jessica Marisol</p>	TEMA												
<p>a) Equipo de destilación</p> <p>b) Salida del destilado</p> <p>c) Producto destilado</p> <p>d) Residuo de destilado</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>CERTIFICADO</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>APROBADO</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>POR APROBAR</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>POR CALIFICAR</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>POR VERIFICAR</td></tr> </table>		<input type="checkbox"/>	CERTIFICADO	<input type="checkbox"/>	APROBADO	<input type="checkbox"/>	POR APROBAR	<input type="checkbox"/>	POR CALIFICAR	<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR	<p><b>CARACTERIZACIÓN DE MEZCLAS DE GASOLINA EXTRA-COMERCIAL CON BIOIL OBTENIDO A PARTIR DE PIRÓLISIS DE MEZCLAS DE POLIPROPILENO Y POLIESTIRENO</b></p>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>
<input type="checkbox"/>	CERTIFICADO														
<input type="checkbox"/>	APROBADO														
<input type="checkbox"/>	POR APROBAR														
<input type="checkbox"/>	POR CALIFICAR														
<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR														
			1:1	03/08/2022	3										

## ANEXO P: ANÁLISIS DE FLASH POINT

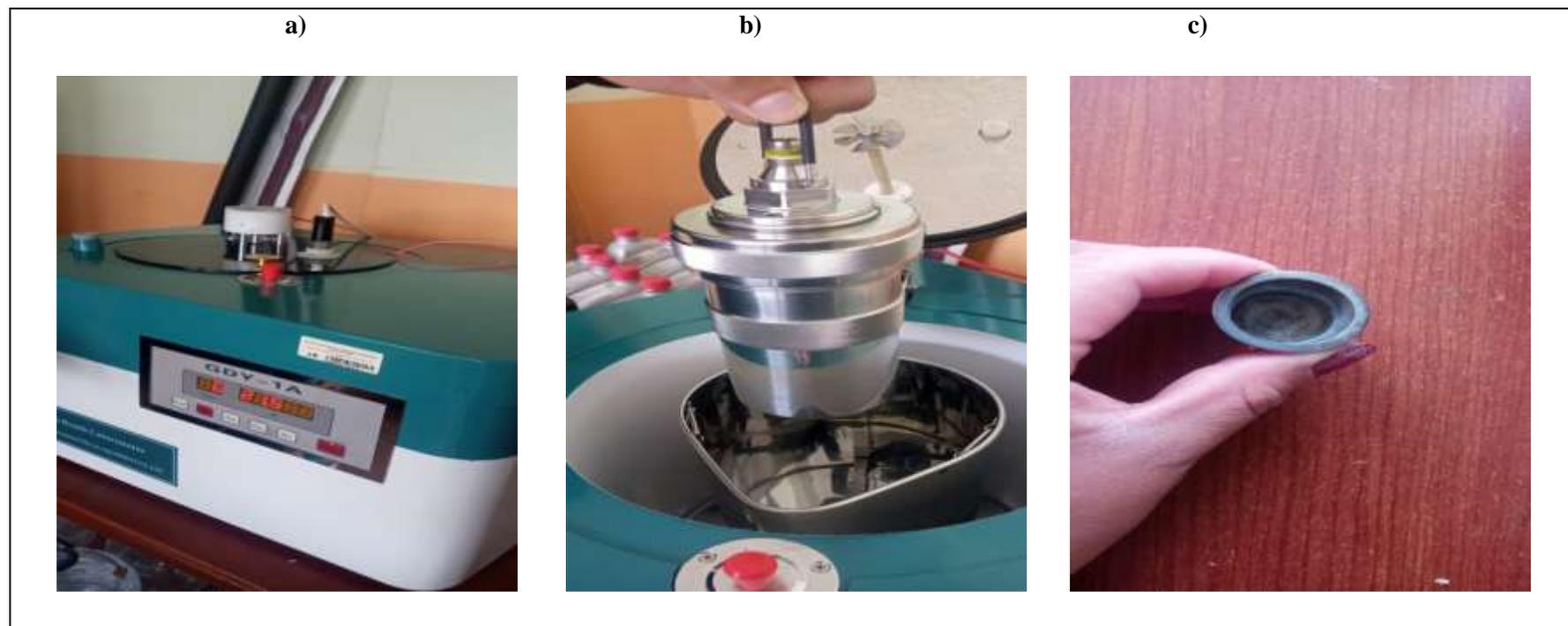


NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	<p style="text-align: center;">ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p style="text-align: center;"><b>REALIZADO POR:</b> Agualongo Coles Jessica Marisol</p>	TEMA												
<p>a) Equipo de Flash Point</p> <p>b) Punto de combustión del biocombustible</p> <p>c) Sistema de refrigeración casera</p> <p>d) Punto de ignición del biocombustible</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>CERTIFICADO</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>APROBADO</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>POR APROBAR</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>POR CALIFICAR</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>POR VERIFICAR</td></tr> </table>		<input type="checkbox"/>	CERTIFICADO	<input type="checkbox"/>	APROBADO	<input type="checkbox"/>	POR APROBAR	<input type="checkbox"/>	POR CALIFICAR	<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR	<p><b>CARACTERIZACIÓN DE MEZCLAS DE GASOLINA EXTRA-COMERCIAL CON BIOIL OBTENIDO A PARTIR DE PIRÓLISIS DE MEZCLAS DE POLIPROPILENO Y POLIESTIRENO</b></p>	ESCALA	FECHA
<input type="checkbox"/>	CERTIFICADO														
<input type="checkbox"/>	APROBADO														
<input type="checkbox"/>	POR APROBAR														
<input type="checkbox"/>	POR CALIFICAR														
<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR														
			1:1	03/08/2022	4										

## ANEXO Q: DETERMINACIÓN DE LOS GRADOS API

<p style="text-align: center;">a)</p> 	<p style="text-align: center;">b)</p> 	<p style="text-align: center;">c)</p> 																	
<p><b>NOTAS</b></p> <p>a) Hidrómetro de 49 a 61 °API</p> <p>b) Determinación de los °API en la mezcla de 2%</p> <p>c) Determinación de los °API en la mezcla de 5%</p>	<p style="text-align: center;"><b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>CERTIFICADO</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>APROBADO</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>POR APROBAR</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>POR CALIFICAR</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>POR VERIFICAR</td></tr> </table>	<input type="checkbox"/>	CERTIFICADO	<input type="checkbox"/>	APROBADO	<input type="checkbox"/>	POR APROBAR	<input checked="" type="checkbox"/>	POR CALIFICAR	<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR	<p style="text-align: center;"> <b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>  <b>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b> </p> <p style="text-align: center;"> <b>REALIZADO POR:</b>          Agualongo Coles Jessica Marisol     </p>	<p style="text-align: center;"><b>TEMA</b></p> <p style="text-align: center;"> <b>CARACTERIZACIÓN DE MEZCLAS DE GASOLINA EXTRA-COMERCIAL CON BIOIL OBTENIDO A PARTIR DE PIRÓLISIS DE MEZCLAS DE POLIPROPILENO Y POLIESTIRENO</b> </p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td><b>ESCALA</b></td> <td><b>FECHA</b></td> <td><b>LÁMINA</b></td> </tr> <tr> <td>1:1</td> <td>03/08/2022</td> <td>5</td> </tr> </table>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>	<b>LÁMINA</b>	1:1	03/08/2022	5
<input type="checkbox"/>	CERTIFICADO																		
<input type="checkbox"/>	APROBADO																		
<input type="checkbox"/>	POR APROBAR																		
<input checked="" type="checkbox"/>	POR CALIFICAR																		
<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR																		
<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>	<b>LÁMINA</b>																	
1:1	03/08/2022	5																	

## ANEXO R: DETERMINACIÓN DEL PODER CALORÍFICO



NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  REALIZADO POR: Agualongo Coles Jessica Marisol	TEMA		
a) Bomba colorimétrica  b) Muestra a analizarse  c) Residuo del análisis, se consume en su totalidad	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR		CARACTERIZACIÓN DE MEZCLAS DE GASOLINA EXTRA-COMERCIAL CON BIOIL OBTENIDO A PARTIR DE PIRÓLISIS DE MEZCLAS DE POLIPROPILENO Y POLIESTIRENO	ESCALA	FECHA
			1:1	03/08/2022	6



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL  
APRENDIZAJE



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS  
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 16 / 01 / 2023

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> JESSICA MARISOL AGUALONGO COLES
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> CIENCIAS
<b>Carrera:</b> INGENIERÍA QUÍMICA
<b>Título a optar:</b> INGENIERA QUÍMICA
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b>  Ing. Fernanda Arévalo M.

