



# INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero  
Automotriz**

**Autores:** Dennis Fernando Quispe Franco  
Jackson Andrés Becerra Vega

**Tutora:** Ec. Cindy Melissa Loor Mero, Mg.

**Estimación de las Emisiones de Dióxido de Carbono en una Flota  
de Camiones Mack Usando el Dispositivo Telemático Geotab  
Go-9**



### **Certificado de Autoría**

Nosotros, Jackson Andrés Becerra Vega y Dennis Fernando Quispe Franco, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí presente es de nuestra autoría; que no ha sido presentado con anterioridad a ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado con la respectiva biblioteca detallada. Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional Del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

Jackson Andrés Becerra Vega

CI: 0931277982

Dennis Fernando Quispe Franco

CI: 0922593728

### **Aprobación del Tutor**

Yo, Cindy Melissa Loor Mero certifico que conozco a los autores del presente trabajo siendo responsables exclusivos tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

Ec. Cindy Melissa Loor Mero, Mg.

Directora del Proyecto

## **Dedicatoria**

Este proyecto se lo dedico primero a Dios, seguido de todas aquellas personas que siempre estuvieron la predisposición de ayudarme en mi crecimiento personal y profesional. A mi hijo que, siempre fue el motor de inspiración y fuerza para poder seguir dando lo mejor de mí. A mi madre, padre, esposa y hermana quienes siempre brindaron su apoyo incondicional para poder seguir superando cada uno de los obstáculos que se presentan a lo largo de la vida como estudiante. A mi tutora que, gracias a su alta formación, paciencia y confianza, formó parte de esta hermosa historia. Finalmente, a mis compañeros y amigos que, cada vez que los veo hacen recuerdo de las tantas horas de trabajo y esfuerzo las cuales involucré para lograr esta meta.

**Jackson Becerra Vega**

El presente proyecto se lo dedico en primer lugar a Dios quien es nuestro motor de ser, seguido a mi esposa Sandra Fajardo, mi hijo Sebastián y a mis padres, por haberme inculcado siempre la perseverancia, respeto y darme las fuerzas para poder cruzar todo obstáculo. A mi tutora, que gracias a su esfuerzo y dedicación pude culminar mi proyecto de titulación, a mis amigos y compañeros quienes siempre formaron parte de este lindo camino el cual es la vida universitaria.

**Dennis Fernando Quispe Franco**

### **Agradecimiento**

Agradezco a Dios padre por brindarme la salud, vida, paciencia y resiliencia, sin él me hubiese sido imposible llegar a esta meta. A mi esposa, hijo, padre y madre por ser siempre esa fuerza de seguir superándome cada vez más. A gerencia general del trabajo donde laboro hace 7 años, gracias al apoyo en temas de tiempo y permisos para realizar actividades académicas. A mi excelente tutor Cindy Loo Mero por ayudarme infinitamente en la guía y supervisión para poder realizar el presente proyecto. Finalmente, a mis compañeros de trabajo y amigos los cuales me motivaron siempre a seguir esforzándome cada vez más.

**Jackson Becerra Vega**

Agradezco principalmente a todas aquellas personas que siempre han estado para brindarme su apoyo y dirección en cada meta propuesta.

**Dennis Fernando Quispe Franco**

## Índice General

Certificado de Autoría.....	iii
Aprobación del Tutor.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Resumen.....	xiv
Abstract.....	xv
Capítulo I.....	1
El Problema de Investigación.....	1
1.1.Tema de Investigación.....	1
1.2.Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema.....	1
1.2.1.Planteamiento del Problema.....	1
1.2.2.Formulación del Problema.....	2
1.2.3.Sistematización del Problema.....	2
1.3.Objetivos de la Investigación.....	3
1.3.1.Objetivo General.....	3
1.3.2.Objetivos Específicos.....	3
1.4.Justificación y Delimitación de la Investigación.....	3
1.4.1.Justificación Teórica.....	3
1.4.2.Justificación Metodológica.....	3
1.4.3.Justificación Práctica.....	4
1.5.Delimitación Temporal.....	4
1.5.1.Delimitación Geográfica.....	4

1.5.2.Delimitación de Contenido.....	4
1.6.Hipótesis.....	5
1.8.Metodología.....	5
Capitulo II.....	6
Marco Teórico.....	6
2.1.Antecedentes de la Investigación.....	6
2.2.Marco Teórico.....	6
2.2.1.Camiones.....	6
2.2.2.Diésel y sus Prestaciones.....	7
2.2.3.Metodologías que Determinan el Cálculo de las Estimaciones de las Huellas de Carbono.....	10
2.2.4.Dióxido de Carbono.....	10
2.2.5.Huella de Carbono.....	10
2.2.6.Cálculos de las Emisiones de CO <sub>2</sub> .....	11
2.2.7.Factores Climáticos.....	12
2.2.8.GeoTab.....	12
2.3.Marco Conceptual.....	14
Capítulo III.....	16
Metodología de la Investigación.....	16
3.1.Métodos.....	16
3.2.Tipos de Estudio.....	16
3.2.1.Investigación Aplicada.....	16
3.2.2.Investigación Analítica.....	16
3.3.Determinación de las Pruebas y Rutas.....	17
3.3.1.Planteamiento de Ruta.....	17



3.3.2.Aspectos de la Ruta .....	18
3.3.3.Limitaciones para el Horario de Ruta.....	19
3.3.4.Instrumentos de Medición .....	19
3.3.5.Datos Previos al Análisis Comparado .....	19
3.3.6.Lineamientos para la Conducción y Verificación del Vehículo .....	19
3.3.7.Recopilación de Información de la Plataforma Geotab .....	20
3.3.8.Proceso de Ejecución de Códigos en Anaconda Navigator .....	28
3.3.9.Análisis de Datos a través de Programación. ....	29
Capítulo IV.....	39
Análisis de Resultados de Investigación .....	39
4.1.Consumo de Combustible Obtenidos .....	39
4.2.Explicación de Consumo a partir del Diagrama de Caja y Bigote (1/100 km) .....	40
4.3.Estimación de Dióxido de Carbono en Base al Consumo de Combustible.....	44
4.4.Cálculo de Emisiones Ruta de Ida .....	45
4.5.Cálculos de Emisiones Ruta de Vuelta .....	47
4.6.Sumatoria de Emisiones .....	49
4.7.Análisis de Resultados .....	49
Conclusiones.....	51
Recomendaciones .....	52
Bibliografía .....	53

## Índice de Figura

Figura 1 Disminución de Gases Contaminantes Bajo la Norma EURO.....	9
Figura 2 Dispositivo GPS Geotab.....	13
Figura 3 Software Multiplataforma de Geotab .....	14
Figura 4 Equitransa Montebeluno – Puerto de Manta .....	17
Figura 5 Puerto de Manta - Equitransa Montebeluno.....	18
Figura 6 Historial de Viajes .....	20
Figura 7 Establecer Periodo de Fecha.....	21
Figura 8 Historial de Viajes en Plataforma Geotab .....	21
Figura 9 Bitácora de Flota de Camiones.....	22
Figura 10 Colisiones y Datos del Registro .....	23
Figura 11 Ingreso del Periodo de Tiempo.....	23
Figura 12 Descarga de Reporte Avanzado.....	24
Figura 13 Primer Libro Descargado .....	25
Figura 14 Lista de URLs para Descarga.....	25
Figura 15 Desarrollo de Código JSON .....	26
Figura 16 Automatización de Descarga.....	26
Figura 17 Libros Ordenados y Descargados .....	27
Figura 18 Código Python para Eliminar las Pestañas Ocultas.....	27
Figura 19 Libro de Excel Modificado.....	28
Figura 20 Software Anaconda Navigator .....	28
Figura 21 Plataforma Jupyter.....	29
Figura 22 Lista de Libros con Número de Ruta.....	30
Figura 23 Ejecución de Código Extraer_data_GeotabEcuador.ipynb .....	30
Figura 24 Libros “.csv” Generados.....	31

Figura 25 Segundo Código .....	31
Figura 26 Ejecución del Código 2 .....	32
Figura 27 Aplicación del Código 3.....	32
Figura 28 Ejecución del Código 3 .....	33
Figura 29 Libro Generado con el Código 3 .....	34
Figura 30 Búsqueda del Código 4.....	34
Figura 31 Ejecución del Código 4 .....	35
Figura 32 Archivos “.txt” Generados.....	35
Figura 33 Sitio Web GPS Visualizer .....	36
Figura 34 Resultado de Datos .....	37
Figura 35 Libro Listo para el Análisis .....	37
Figura 36 Tabla de Consumos .....	39
Figura 37 Datos de Consumo de combustible l/100 km .....	40
Figura 38 Resumen de Datos Estadísticos .....	41
Figura 39 Resumen de Datos Estadísticos .....	41
Figura 40 Diagrama de Caja y Bigotes de Patrones de Consumo de Combustible .....	44

## Índice de Tablas

Tabla 1 Tipos de Diésel .....	8
Tabla 2 Diferencia de Emisiones en la Normativa EURO .....	9
Tabla 3 Clasificación de la HC .....	11
Tabla 4 Variación de Consumo de Combustible .....	43

**Índice de Ecuación**

Ecuación 1 Diferencia en el Consumo de Combustible.....	40
Ecuación 2 Índice de Emisiones .....	45
Ecuación 3 Sumatoria de Emisiones al Año.....	49

## Resumen

En las últimas décadas el sector automotriz a nivel mundial se ha convertido en uno de los más importantes desde el punto de vista económico-social, sin embargo, las actividades que se realizan en este son las que mayores gases de efectos invernaderos (GEI) produce y su impacto en el ecosistema es evidente debido a ello es imprescindible realizar investigaciones que permitan realizar estimaciones de las emisiones y plantear formas de mitigar el impacto al medio ambiente. Se considera al sector automotriz como uno de los puntos claves para la contaminación y a su vez como uno de los impactos más significativos en la GEI que repercuten directamente al calentamiento global. El diseño metodológico del proyecto se orienta a emplear métodos, tipos, técnicas e instrumentos de investigación alineados a los objetivos planteados para el proceso de levantamiento y análisis de información considerando que el proyecto se basa en un enfoque cuantitativo. La investigación se fundamenta en el uso de los métodos de teóricos de investigación y el uso de la investigación bibliográfica que dieron sustento teórico a las variables de investigación. El enfoque de la investigación es de tipo cuantitativo dado que a partir del uso del dispositivo Telemático Geotab Go-9 en la flota de camiones se obtendrán un sinnúmero de datos relacionados con el uso de combustible, kilometraje recorrido y geolocalización del dispositivo. Entre los principales resultados se determinó que mientras mayor es el peso bruto que transportan los camiones lo que se traduce en un aumento del consumo. El torque y la potencia del motor lo asimila como necesidad de obtener un incremento en el suministro de combustible, tal y como lo indica el diagrama de caja y bigote. Donde se visualiza que el camión MQ-6161 presenta un crecimiento energético de regreso con carga del 67.5% seguido del MQ-6157 donde se presentó un aumento del 65.9%.

**Palabras Claves:** Gases de efectos invernaderos, huella de carbono, contaminación, geolocalización, eficiencia, torque.

## Abstract

In recent decades, automotive sector worldwide has become one of the most important from the economic-social point of view, however, the activities carried out in it are the ones that produce the greatest greenhouse gases (GHG). and its impact on the ecosystem is evident. For this reason, it is essential to carry out research that allows to estimate the level of emissions and propose ways to mitigate the impact on the environment. The automotive sector is considered one of the key points for pollution and, in turn, one of the most significant GHG impacts that directly affect global warming. The methodological design of the project is oriented towards the use of research methods, types, techniques, and instruments aligned with the objectives set for the information gathering and analysis process, considering that the project is based on a quantitative approach. The research is based on the use of theoretical research methods and the use of bibliographic research that gave theoretical support to the research variables. The research approach is quantitative since the use of the Geotab Go-9 telematic device in the truck fleet will provide several data related to fuel use, mileage traveled and geolocation of the device. Among the main results, it was determined that the higher the gross weight of the trucks transported, the higher the fuel consumption. The torque and power of the engine assimilates it as a need to obtain an increase in fuel supply, as indicated by the box and whisker diagram. Where the MQ-6161 truck presents an energy growth of 67.5% when returning with load, followed by the MQ-6157 where an increase of 65.9% was observed.

**Keywords:** Greenhouse gases, carbon footprint, pollution, geolocation, efficiency, torque.

## Capítulo I

### El Problema de Investigación

#### 1.1. Tema de Investigación

Estimación de las emisiones de dióxido de carbono en una flota de camiones MACK usando el dispositivo telemático Geotab Go-9.

#### 1.2. Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema

En las últimas décadas el sector automotriz a nivel mundial se ha convertido en uno de los más importantes desde el punto de vista económico-social, sin embargo, las actividades que se realizan en este son las que mayores gases de efectos invernaderos (GEI) produce y su impacto en el ecosistema es evidente debido a ello es imprescindible realizar investigaciones que permitan realizar estimaciones de las emisiones y plantear formas de mitigar el impacto al medio ambiente.

##### 1.2.1. Planteamiento del Problema

El calentamiento global nos prepara para los desafíos que podemos estar por sufrir y a su vez el impacto medio ambiental que enfrentaría el planeta por la elevada concentración de gases de efecto invernadero directamente enlazados con las actividades humanas realizadas diariamente. (Selectra, 2021).

Se ha considerado al sector automotriz como uno de los puntos claves para la contaminación y a su vez con uno de los impactos más significativos en la GEI que repercuten directamente al calentamiento global.

Los efectos del calentamiento global que influyen directamente en la salud por la inhalación de las sustancias químicas y metales tóxicos cada vez van en aumento. Según datos recopilados de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) 3,3 millones de muertes son relacionadas directamente a la contaminación del medio ambiente. (ONU, 2014).

Según datos de la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) el 13 % de las



partículas contaminantes teniendo en cuenta a 28 países que conforman la Unión Europea son directamente ocasionados por transportes de carretera.

Las enfermedades vinculadas a la contaminación atmosférica ponen en alerta a la población mundial, ya que estas enfermedades son las más comunes y de alto índice de mortalidad como: El 40% de muertes corresponde a cardiopatía isquémica y accidente cerebrovascular, el 11% neumopatía obstructiva crónica, 6% cáncer de pulmón y 3% infección aguda de las vías respiratorias inferiores en los niños (OPS/OMS, 2014).

No podemos saber la gravedad del problema si no lo podemos cuantificar, por este motivo se ha considerado que la tecnología que aporta a la cuantificación y control de las emisiones de gases contaminantes son de mucha importancia con alto impacto a nivel mundial.

### ***1.2.2. Formulación del Problema***

¿Estimar la cantidad de CO<sub>2</sub> que produce la flota de Camiones Mack en función del consumo real de combustible en una ruta preestablecida utilizando un dispositivo telemático, proporcionará datos de rendimiento y nivel de contaminación inmiscuido en la operación?

### ***1.2.3. Sistematización del Problema***

- ¿Cuál sería la variación de consumo de combustible de cada unidad en función a las especificaciones técnicas de los camiones Mack motor, freno, transmisión, medidas, desempeño y sistema eléctrico?
- ¿Determinar cuáles serían las rutas en bases a los parámetros técnicos de los camiones Mack para cuantificar las emisiones de CO<sub>2</sub> en función del consumo de combustible?
- ¿Cuantificar el nivel de contaminación de dióxido de carbono con relación al consumo de combustible real a partir de los datos obtenidos con el dispositivo telemático Geotab Go-9?

### **1.3.Objetivos de la Investigación**

#### ***1.3.1. Objetivo General***

Estimar la cantidad de Dióxido de Carbono que produce la flota de camiones Mack en función del consumo real de combustible en una ruta preestablecida utilizando un dispositivo telemático Geotab Go-9.

#### ***1.3.2. Objetivos Específicos***

- Obtener los datos técnicos de los camiones Mack, motor, freno, transmisión, medidas, desempeño, capacidad de carga y sistema eléctrico.
- Determinar rutas en bases a los parámetros técnicos de los camiones Mack para cuantificar las emisiones de CO<sub>2</sub> en función del consumo de combustible.
- Interpretar los resultados del consumo de combustible real en base a los datos obtenidos con el dispositivo telemático Geotab Go-9

### **1.4.Justificación y Delimitación de la Investigación**

En los siguientes apartados se expondrán los fundamentos teóricos, metodológicos y prácticos en los que se sustenta la justificación la investigación que pretende realizar la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> en una flota de camiones Mack usando el dispositivo Telemático Geotab Go-9, además se realiza la delimitación del objeto de investigación.

#### ***1.4.1. Justificación Teórica***

La justificación teórica del proyecto se sustenta en el empleo de los métodos teóricos de investigación que se usó con el objetivo de establecer los referentes teóricos de la investigación, se analizó, sintetizo, realizaron inducciones y deducciones de temas relacionados como el uso y consumo de combustible, emisiones de GEI, tipos de sistema de carga de los camiones.

#### ***1.4.2. Justificación Metodológica***

La justificación metodológica del proyecto está orientada a realizar pruebas de rutas en

la flota de camiones usando el dispositivo Telemático Geotab Go-9 por medio del cual se obtendrán datos tales como velocidad, carga de motor, tiempo en ralentí, entre otros. A partir de los datos obtenidos se podrá se realizar las estimaciones de emisiones producidas en base al consumo de combustible usado acorde a la ruta establecida, de tal manera se podrá establecer la huella de carbono que estas unidades generan.

### ***1.4.3. Justificación Práctica***

A medida que el tiempo avanza, podemos observar cómo va en aumento la práctica dentro de un territorio por mejorar cada vez los transportes optimizando el consumo de combustibles y su vez implantar medios que trabajen en armonía con el medio ambiente. La respuesta planteada será implementar el análisis correcto, para poder encontrar el rendimiento de cada uno de los ejemplares y así poder estimar la cantidad de dióxido de carbono que estos producen dentro de la flota de camiones en función al consumo real del combustible por ruta establecida. Todo esto va enfocado a brindar nuevas oportunidades de búsqueda de alternativas, además ofrece para diferentes organismos locales un método efectivo de monitoreo de emisiones contaminantes (Dióxido de carbono).

## **1.5. Delimitación Temporal**

El trabajo de investigación se desarrollará a partir del mes de octubre del 2022, hasta abril del 2023 contando con un tiempo estimado de ejecución de seis meses aproximadamente tiempo en el que se realizará el proceso de investigación, aplicación de pruebas de rutas y análisis de resultados obtenidos.

### ***1.5.1. Delimitación Geográfica***

La investigación se llevará a cabo en la flota de camiones Mack que se son utilizadas para el transporte de carga pesado en la provincia del Guayas.

### ***1.5.2. Delimitación de Contenido***

Cuando observamos la primera parte de nuestro contenido, se han establecido los

conceptos básicos como también los autores que inciden en la problemática desde un mínimo enfoque relacionado al tema de investigación hasta uno mayúsculo y preciso donde se indagan los métodos de medición, medios, contaminantes, rendimiento entre otros.

### **1.6.Hipótesis**

El presente proyecto de investigación busca poder comprobar y estimar la cantidad de dióxido de carbono que emiten una flota de camiones Mack de acuerdo con un patrón de recorrido utilizando el dispositivo telemático partiendo del consumo nominal de combustible.

### **1.7.Metodología**

Para la obtención de datos y realización del estudio de estimación de consumo de combustible, se considera una flota de camiones Mack conectados mediante un dispositivo telemático Geotab el cual ayuda al rastreo de datos.

## Capítulo II

### Marco Teórico

#### 2.1. Antecedentes de la Investigación

El gasto innecesario de carburantes en la actualidad se conoce con varios términos como una conducción ecológica, eficiente o económica, debido a que estos tienen como finalidad evitar que el vehículo exceda en consumos de combustibles y la producción de altos niveles de CO<sub>2</sub> al trasladarse de un lugar a otro, por ende, es necesario analizar diferentes factores que pueden incurrir en el consumo del combustible, ya sea en la manera de conducción o en el estado mecánico que se encuentre el motor.

#### 2.2. Marco Teórico

##### 2.2.1. Camiones

Los camiones de carga pesada son una parte esencial de la infraestructura de muchos países. Sin ellos, sería imposible transportar la cantidad de mercancías necesarias para mantener funcionando a una economía. Aunque pueden ser costosos de operar y mantener, son una inversión vital para cualquier país que desee mantener un alto nivel de actividad económica.

Existen diversos factores que afectan el consumo de combustible de un camión, como su tamaño, peso, carga transportada, el terreno por el que se circula y las condiciones climáticas. Además, el conductor también puede influir en el consumo de combustible, ya que un conductor experimentado puede reducirlo mediante el uso de técnicas de conducción eficientes.

Los camiones diésel emiten grandes cantidades de CO<sub>2</sub>, ya que están altamente relacionados con los gases de efecto invernadero debido a la quema de combustibles. El CO<sub>2</sub> es una de las principales causas del calentamiento global, por lo que es importante reducir su cantidad. Una forma de hacerlo es equipando a los camiones con filtros de partículas para

reducir la cantidad de contaminación que producen, estos atrapan las partículas emitidas por el camión y las retienen en el filtro, reduciendo la cantidad de contaminación dispersada al ambiente.

**Clasificación de los Tipos de Camiones Pesados.** Los camiones pesados son vehículos que se utilizan principalmente para transportar materiales y equipos pesados. Se pueden clasificar en varias categorías en función de su tamaño, capacidad de carga y uso previsto.

Se pueden clasificar en tres categorías principales en función de su tamaño: camiones medianos, grandes y extragrandes. Los camiones medianos tienen un peso bruto vehicular (PBV) de hasta 10 toneladas. Los grandes tienen un PBV de más de 18 toneladas. Los extragrandes, con 3 o 4 ejes, tienen un PBV de 27 a 31 toneladas, que es el peso máximo permitido (Subsecretaría de Transporte Terrestre y Ferroviario, 2017).

### ***2.2.2. Diésel y sus Prestaciones***

Es un combustible fósil derivado del petróleo que se utiliza en motores de combustión interna, tanto en automóviles como en camiones, barcos y locomotoras. Su principal ventaja frente a la gasolina es su mayor poder calorífico, lo que se traduce en un mayor rendimiento del motor, ya que arde más lentamente y permite aprovechar mejor el combustible. Además, su precio es más económico. Sin embargo, tiene la desventaja de ser más contaminante que la gasolina, ya que produce más NO<sub>x</sub> y partículas finas, lo que está llevando a su retirada progresiva en países con normativas más estrictas para reducir la contaminación.

**Composición del Diésel.** El queroseno está compuesto principalmente por hidrocarburos saturados, como isoparafinas, cicloparafinas, además de, hidrocarburos aromáticos, como alcanos y naftalenos. Su fórmula química principal es C<sub>12</sub>H<sub>26</sub>, pero su composición puede variar ligeramente dependiendo de su pureza, incluyendo hidrocarburos con fórmulas entre C<sub>10</sub>H<sub>22</sub> y C<sub>15</sub>H<sub>32</sub>.

**Propiedades del Diésel.** Se trata de un líquido oleoso de color blanco o verdoso con una densidad de 850 kg/m<sup>3</sup>. Posee un alto poder calorífico de 8.800 kcal/kg, lo que implica que es capaz de generar una gran cantidad de energía por unidad de peso.

**Tipos de Diésel.** El diésel se puede clasificar según su composición y uso final:

**Tabla 1**

*Tipos de Diésel*

<b>Tipo de Diésel</b>	<b>Composición</b>	<b>Finalidad</b>	<b>Emisiones</b>	<b>Densidad</b>
<b>Biodiésel (B100)</b>	Aceites vegetales o grasas animales	Alternativa al diésel de petróleo	Menos contaminante	Variable
<b>Mezclas de Biodiésel (B-20)</b>	Diésel convencional y biodiésel	Reducción en emisiones	Menos contaminante	Variable
<b>Diésel de Azufre Ultra Bajo</b>	20 ppm de azufre	Reducción en emisiones de NO <sub>x</sub> y hollín	Menos contaminante	Variable
<b>Diésel Regular</b>	Aprox. 500 ppm de azufre	Uso convencional	Contaminante	Variable
<b>Diésel 1D</b>	Menos denso	Motores que varían constantemente la velocidad y temperaturas bajas	Contaminante	Menor densidad
<b>Diésel 2D</b>	Densidad intermedia	Motores uniformes con alta velocidad y temperaturas cálidas	Contaminante	Densidad intermedia
<b>Diésel 4D</b>	Más denso	Motores de baja velocidad	Contaminante	Mayor densidad

Tomado de: Normativa Euro

Las regulaciones europeas establecen límites para los niveles de emisiones de gasolina y diésel en los vehículos de motor. Estas normas fueron desarrolladas con el objetivo de reducir la cantidad de gases contaminantes que son emitidos por los motores de combustión.

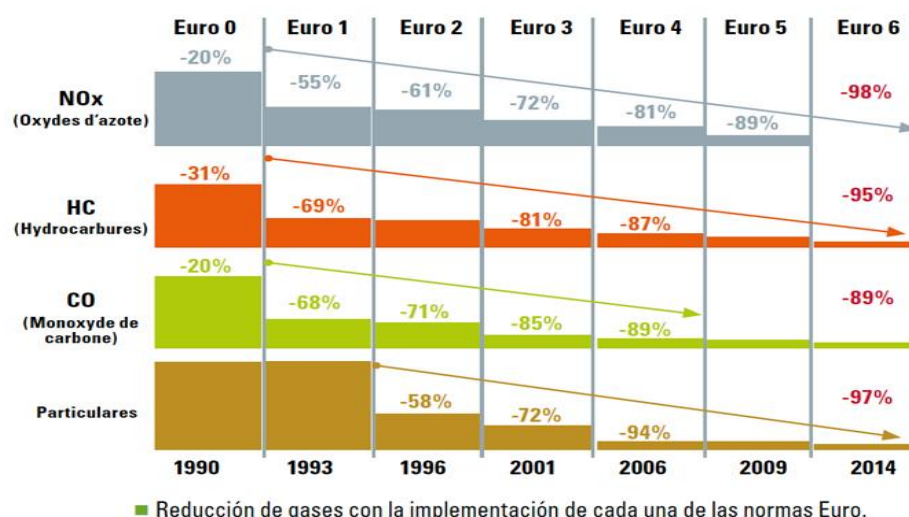
A continuación, se muestran los niveles de contaminación de las diferentes normas Euro en cuanto a la emisión de CO, HC y NO<sub>x</sub>.

**Tabla 2***Diferencia de Emisiones en la Normativa Euro*

<b>Norma Euro</b>	<b>CO</b>	<b>HC</b>	<b>NOx</b>
<b>Euro 1</b>	20%	31%	20%
<b>Euro 6</b>	89%	95%	98%

Fuente: (CESVIMAP, 2016)

En la figura 1 se evidencia la evolución de las normas Euro y su impacto significativo en la regulación en las emisiones CO, HC y NOx. Estas normas se implementaron desde 1990, iniciando con la Euro 0 en la que se registraron datos por encima de los límites aceptables. En contraste con la adopción de la Euro 6 en el 2014 donde se logró reducir significativamente estos niveles de contaminación, alcanzando 97% en partículas contaminantes, 89% en CO, 95% en HC y 98% en NOx. Estos datos demuestran que este tipo de normas ha sido efectiva en disminuir las emisiones de gases contaminantes, lo que protege la salud humana y el medio ambiente.

**Figura 1***Disminución de Gases Contaminantes Bajo la Norma Euro*

Tomado de: (CESVIMAP, 2016)



### ***2.2.3. Metodologías que Determinan el Cálculo de las Estimaciones de las Huellas de Carbono***

La estimación de gases contaminantes, como el CO<sub>2</sub> también conocido como huella de carbono (HC) se producen por la combustión de sustancias que contienen carbono, siendo este uno de los principales componentes de los GEI. A través de la estimación de HC, se puede determinar, estimar e identificar la cantidad de GEI emitidos a la atmósfera. Por ende, se deben seguir protocolos y normas, tales como: el Protocolo Greenhouse Gas Accounting (GHG) y la norma ISO 14064, obteniendo como resultado final un indicador básico del consumo de energía y de los gases concentrados en la atmosfera.

**Norma ISO 14064.** La Organización Internacional de Normalización (ISO) es responsable de establecer normas internacionales que evalúan, guían y miden diferentes procesos en áreas como el comercio, la fabricación y la comunicación. La ISO 14064 es una herramienta específica para estimar y calcular las emisiones de GEI. El GHG es uno de los protocolos utilizados para calcular las emisiones de GEI en las organizaciones, este permite ayuda a contabilizar los seis principales GEI (CH<sub>4</sub>, HFC, CO<sub>2</sub>, PFC, N<sub>2</sub>O, SF<sub>6</sub>) y a generar reportes de emisiones.

### ***2.2.4. Dióxido de Carbono***

El CO<sub>2</sub> es un elemento presente desde el origen de planeta, siendo ampliamente utilizado en la generación de trabajo mecánico por medio de la quema de los combustibles fósiles debido a sus altas concentraciones de carbono, es uno de los gases que conforman los GEI y se presenta en mayor volumen en la atmosfera, además, posee la capacidad de irradiar la frecuencia infrarroja que regresa al planeta, produciendo un aumento de temperatura del aire cercano a la superficie y los océanos. (Mondragón, 2021)

### ***2.2.5. Huella de Carbono***

La HC se puede clasificar en dos categorías principales según la ISO 14064-1 tal como

se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 3**

*Clasificación de la HC*

<b>Categoría</b>	<b>Definición</b>	<b>Metodología</b>
<b>HC de producto</b>	Mide los GEI durante todo el ciclo de vida de un producto, incluyendo el proceso de fabricación y distribución	Life Cycle Assessment (LCA)
<b>HC de organización</b>	Mide los GEI por emisiones directas o indirectas derivadas de la actividad de una organización	Greenhouse Gas Accounting (GHG)

Tomado de: Ministerio del Ambiente, 2022

La metodología LCA se utiliza para evaluar el impacto ambiental de un producto desde su producción hasta su consumo, mientras que la metodología GHG es utilizada para medir el impacto ambiental en una organización, y ayuda a implementar estrategias de reducción de emisiones. Es importante que las organizaciones conozcan cuál es la producción de HC que generan sus actividades de producción con el objetivo de reducir el impacto ambiental que estas tienen.

### **2.2.6. Cálculos de las Emisiones de CO<sub>2</sub>**

Cuando nos referimos a los residuos contaminantes relacionados con el transporte, es importante mencionar que existen diferentes tipos de emisiones y partículas que pueden ser liberadas al medio ambiente por los vehículos de combustión. Estos incluyen el CH<sub>4</sub>, los NOX, el CO, los N<sub>2</sub>O y el CO<sub>2</sub>, siendo estos los responsables del calentamiento global. Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en el 2007 el transporte fue responsable del 14% de las emisiones globales de CO<sub>2</sub>. Es importante mencionar que existen diferentes herramientas y metodologías para medir y reducir las emisiones de los

residuos contaminantes, como el Protocolo de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) y la Trade Circle Technical Industries (TCTI).

**Emisiones de Motor a Diésel.** Las emisiones generadas por un motor diésel durante la combustión son CO<sub>2</sub>, vapor de agua y nitrógeno. No obstante, si se produce una combustión incompleta, también se liberan SO<sub>2</sub> con partículas sólidas, las cuales son perjudiciales para la salud. Por esta razón, se ha trabajado en reducir el consumo de combustible en estos motores con el objetivo de disminuir su contaminación. Según la Environmental Protection Agency (EPA), los motores diésel son responsables de aproximadamente el 30% de las emisiones de NOX. Para abordar esta problemática, se han establecido regulaciones, también programas de certificación de la junta de Recursos Aéreos de California (CARB) y el Programa de Certificación de Motores de la Agencia de Protección Ambiental (EPA).

#### **2.2.7. Factores Climáticos**

Dentro de los factores climáticos que afectan directamente a las variaciones de temperatura, se encuentra la radiación y los GEI. Es importante mantener un equilibrio en la cantidad de radiación presente en nuestro planeta. La energía emitida por el sol es el principal impulsor de los procesos atmosféricos y del clima. Según la NASA esta es responsable del aumento de la temperatura global y de cambios en los patrones climáticos. Además, la emisión de GEI, como el CO<sub>2</sub>, también contribuye al calentamiento global al absorber y retener la radiación solar en la atmósfera.

#### **2.2.8. GeoTab**

Este dispositivo permite a los usuarios analizar, visualizar y generar informes en base a los datos obtenidos del vehículo al que se le colocó el Geotab. A partir del análisis realizado se puede tomar decisiones sobre el desempeño y el comportamiento de las características del vehículo. Esta plataforma cuenta con una interfaz de usuario intuitiva y una amplia gama de funciones que permiten maximizar su uso. Además, permite la fijación de objetivos y límites

de ruta, permitiendo analizar el consumo de combustible, mejorar los tiempos de entrega y disminuir el número de infracciones de tráfico.

El dispositivo telemático Geotab es de dimensiones pequeñas, lo que permite una fácil instalación, dado que se conecta directamente en el puerto OBD II del vehículo o por medio de un arnés expansor intermediario entre el socket y el dispositivo para disponer de un puerto secundario para la conexión de un scanner automotriz. (Geotab, 2019).

## Figura 2

*Dispositivo GPS Geotab*



Tomado de: (Geotab, 2019)

**Software Telemático Geotab.** Es un sistema multiplataforma que agiliza la administración de flotas de vehículos de manera telemática, al encontrarse conectado al automotor este dispositivo facilita la administración y monitorio de la flota vehicular con diversas herramientas como geolocalización, reporte de horas de trabajo, seguimiento constante y alertas al conductor por medio del servidor, administrar la capacidad total de combustible para generar reportes de consumo, de carburantes, monitoreo del motor, gestiones de inspección e informes de expediciones detallando los tiempos y las rutas empleadas por cada vehículo de la flota en tiempo real(Geotab, 2019).

### Figura 3

#### Software Multiplataforma de Geotab



Tomado de: (Geotab, 2019)

### 2.3.Marco Conceptual

- Calentamiento Global: Incremento del efecto invernadero, su incidencia es primordial para conservar la temperatura adecuada del planeta en estándares habitables
- CH<sub>4</sub>: Formula química del metano, el cual es una sustancia no polar e incolora, este se encuentra formado por cada átomo de hidrogeno unido a un átomo de carbono por medio de un enlace covalente.
- CO<sub>2</sub>: Formula química del dióxido de carbono, el cual es una sustancia gaseosa sin olor e incolora, ya que este se encuentra formado por un átomo de carbono y dos de oxígeno, adheridos por enlaces dobles covalentes.
- Efecto Invernadero: Aumento de temperatura de la atmosfera, ya que este afecta la disipación de radiación calorífica por presencia de capas de gases.
- FE: Factor de Emisiones: Valores cuantitativos de contaminante exhalados a la atmósfera por actividades relacionadas con la quema de hidrocarburos.
- Flota de Transporte: Conjunto de vehículos ligeros o pesados empleados por una empresa para el transporte de mercancías o cargas.

- Fósil: Materia de origen orgánico o restos de un organismo el cual se encuentra degradado entre las capas terrestres.
- Volqueta: mecánicos transportadores de carga, el cual posee un cajón para volcar la carga que transportan.
- MACK: Empresa fabricante de motores y camiones de carga pesada, de origen estadounidense fundada en 1990.
- Ralentí: Corresponde a las RPM mínimas de un motor, al no realizar aceleraciones o sin estar acoplado a un sistema de transmisión.
- RPM: Abreviatura de revoluciones por minuto comúnmente aplicado en elementos mecánicos giratorios.
- Software: Agrupación de aplicativos informáticos en los cuales permite la ejecución de tareas en un ordenador computacional.
- Telemático: Es la aplicación en conjunto de sistemas informativos y de telecomunicaciones, los cuales se encuentran conectados a una red para otorgar paquetes de información y datos.

## Capítulo III

### Metodología de la Investigación

El diseño metodológico del proyecto se orienta a emplear métodos, tipos, técnicas e instrumentos de investigación alineados a los objetivos planteados para el proceso de levantamiento y análisis de información considerando que el proyecto se basa en un enfoque cuantitativo.

#### 3.1.Métodos

La investigación se fundamenta en el uso de los métodos de teóricos de investigación y el uso de la investigación bibliográfica para lo cual se realizó el análisis exhaustivo de textos, artículos científicos, informes y documentos en sitios web de organismos internacionales que presentan información relevante y de sustento para este proyecto.

#### 3.2.Tipos de Estudio

El enfoque de la investigación es de tipo cuantitativo dado que a partir del uso del dispositivo Telemático Geotab Go-9 en la flota de camiones se obtendrán un sinnúmero de datos relacionados con el uso de combustible, kilometraje recorrido y geolocalización del dispositivo.

##### 3.2.1. *Investigación Aplicada*

En base al tipo de estudio que se realizó para estimar las emisiones de GEI se aplicó el conocimiento técnico durante el análisis de los resultados obtenidos en la fase de levantamiento de la información en las pruebas de ruta.

##### 3.2.2. *Investigación Analítica*

Es imprescindible la interpretación de datos cuantitativos obtenidos en las pruebas de rutas usando el dispositivo Telemático Geotab Go-9, a partir del análisis de los resultados se realizó la estimación de emisiones GEI en base al consumo real de diésel en cada camión permitiendo determinar la huella de carbono.

### 3.3.Determinación de las Pruebas y Rutas

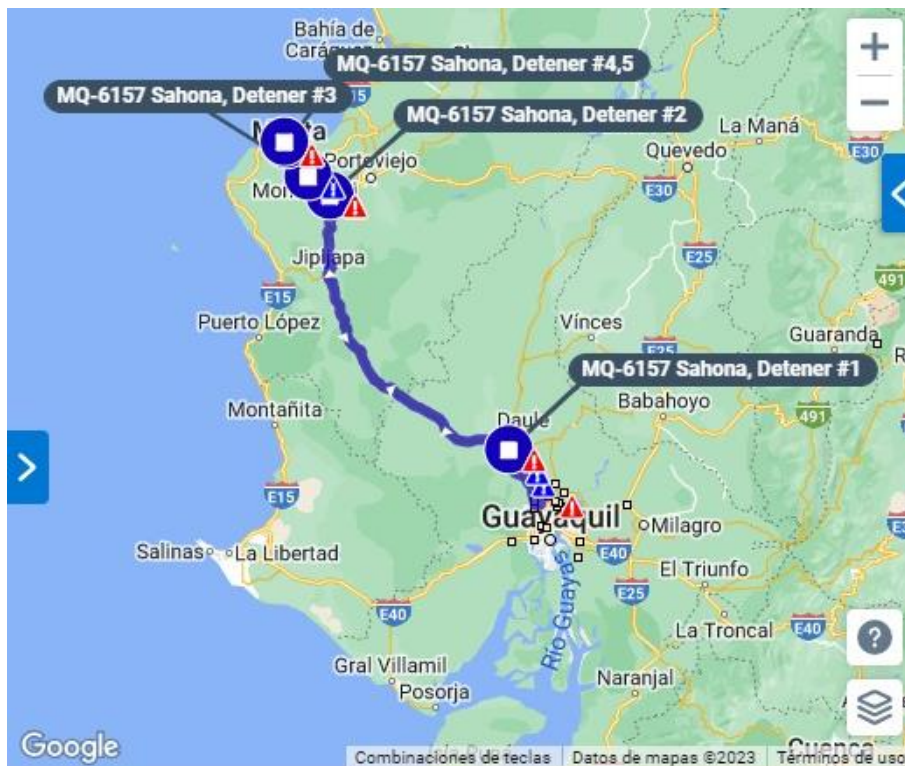
Los presentes temas están relacionados directamente con la estimación de la cantidad de gases contaminantes específicamente del Dióxido de carbono emitido por la flota de camiones Mack de acuerdo con su consumo real en base la ruta o patrón trazado con la intervención del dispositivo telemático Geotab Go-9.

#### 3.3.1. Planteamiento de Ruta

Después de realizar una exhaustiva revisión de las rutas asignadas a la flota de camiones, se seleccionó la denominada Equitransa Montebeluno - Puerto de Manta y Puerto de Manta – Matriz IASA, la misma cumple con todas las condiciones necesarias para realizar el análisis de la HC, permitiéndonos estimar con mayor precisión el consumo de combustible de los vehículos involucrados en dicha ruta.

#### Figura 4

*Equitransa Montebeluno – Puerto de Manta*

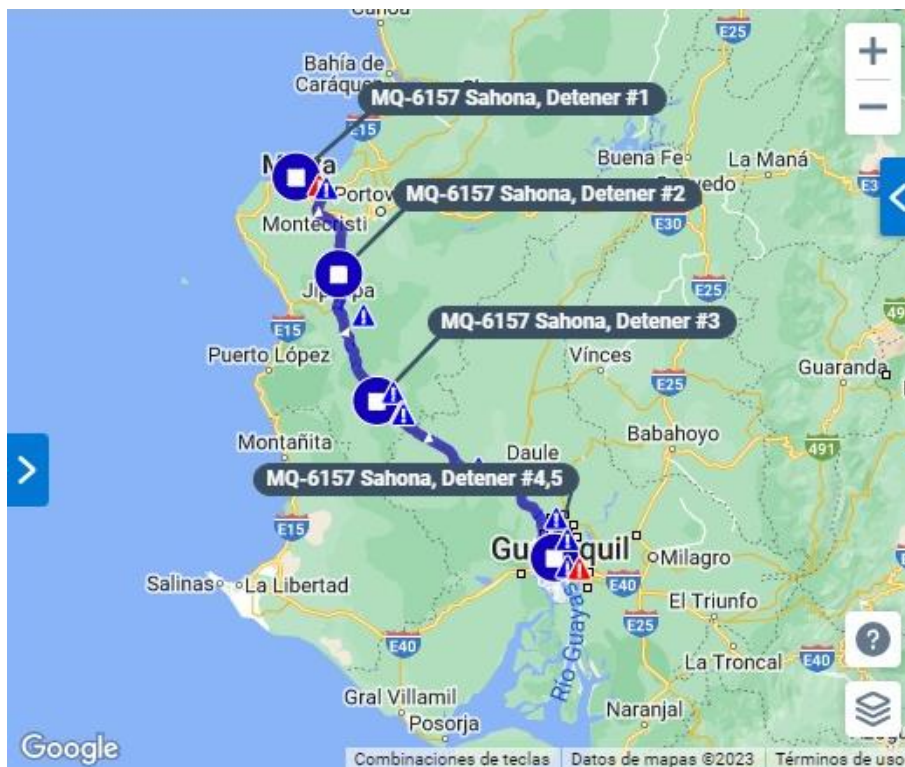


Tomado de: Plataforma Geotab



**Figura 5**

*Puerto de Manta – Matriz IASA*



Tomado de: Plataforma Geotab

### 3.3.2. Aspectos de la Ruta

La ruta seleccionada cumple con factores claves en la determinación de la HC tales como:

- Una ruta de ida y vuelta constante, lo que proporciona una base sólida para la medición y comparación de datos.
- Presenta un rango de velocidad permitida uniforme, lo que facilita el cálculo y análisis de la *eficiencia* del consumo de combustible.
- La ruta está previamente establecida para los vehículos equipados con el dispositivo telemático.

En base a estos factores, se proyectó obtener resultados confiables y precisos en el estudio de estimación de HC.

### ***3.3.3. Limitaciones para el Horario de Ruta***

Para llevar a cabo este proyecto, se ha tomado como objeto de estudio una flota de camiones que transportan diferentes tipos de maquinaria, siguiendo una ruta establecida por la empresa durante su jornada laboral. Las salidas de los camiones inician desde las 6:00 am, y su tiempo de llegada al destino es en promedio de 7 horas.

Durante el transcurso del día, estos camiones recorrerán el mismo trayecto en distintas horas, lo que permitirá obtener diversas lecturas de consumo de combustible, que pueden haber sido influenciadas por el tráfico y las condiciones del horario específico en el que se realice cada viaje.

### ***3.3.4. Instrumentos de Medición***

Los equipos de telemetría Geotab Go-9 serán fundamentales para llevar a cabo la investigación, ya que nos permitirán obtener datos cruciales sobre la flota. Estos dispositivos proporcionarán lecturas precisas del motor y otros parámetros relevantes que permiten realizar un análisis detallado del consumo de combustible y estimar la cantidad de dióxido de carbono producido por los vehículos en estudio.

### ***3.3.5. Datos Previos al Análisis Comparado***

Se realizó una investigación in situ para identificar las unidades de la flota de camiones que contaban con el dispositivo instalado. Una vez seleccionadas las unidades pertinentes, se procedió a analizar las rutas establecidas durante la jornada laboral, luego de determinar la ruta objeto de estudio se analizó los recorridos realizados durante el año 2022.

### ***3.3.6. Lineamientos para la Conducción y Verificación del Vehículo***

Las medidas de seguridad que se deben cumplir antes de realizar los recorridos con el objetivo de garantizar la seguridad de los conductores y de las unidades son:

- Verificar la presión de aire en los neumáticos.
- Comprobar el nivel del líquido refrigerante.

- Revisar el nivel del líquido de frenos.
- Promover el uso de cinturón de seguridad.
- Respetar los límites de velocidad establecidos.
- Evaluar las condiciones de los neumáticos.
- Verificar que no haya testigos encendidos en el tablero.

### 3.3.7. *Recopilación de Información de la Plataforma Geotab*

El proceso para obtención de la información se realizó en varios de pasos:

**Paso 1:** Se seleccionó el vehículo específico en la plataforma para analizar la ruta designada.

#### **Figura 6**

##### *Historial de Viajes*

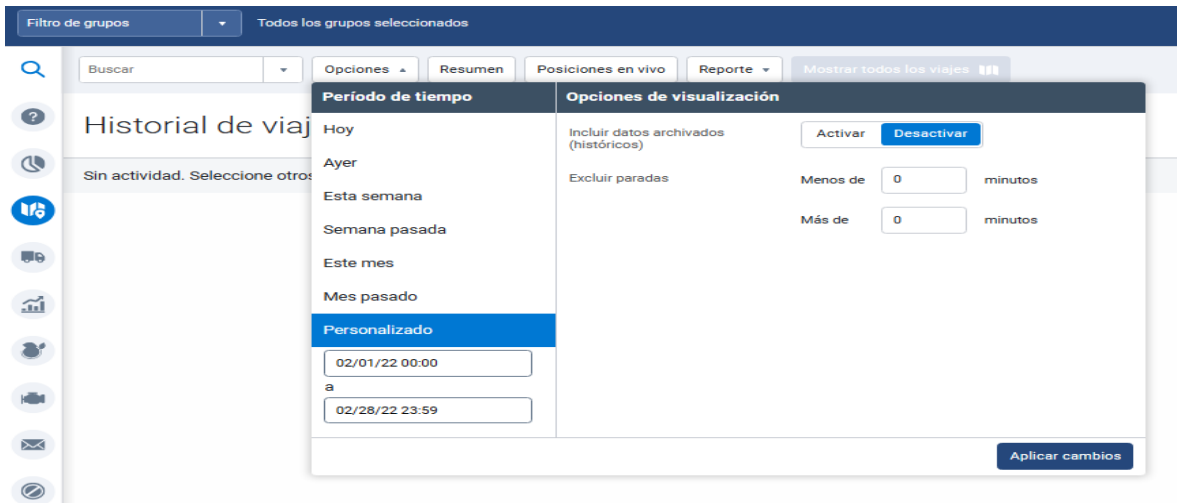


Tomado de: Plataforma Geotab.

**Paso 2:** Se procede a delimitar y filtrar toda la información de las rutas proporcionadas por Geotab. Para ello, se hace clic en el botón "opciones", que despliega una pantalla de "opciones de visualización" se da clic en "personalizado" para filtrar los días del mes en los que la unidad realizó la ruta, en el caso se estudió fue "febrero del 2022", luego, se delimitan las horas de trabajo y se confirma la selección al pulsar el botón "confirmar".

**Figura 7**

*Establecer Periodo de Fecha*

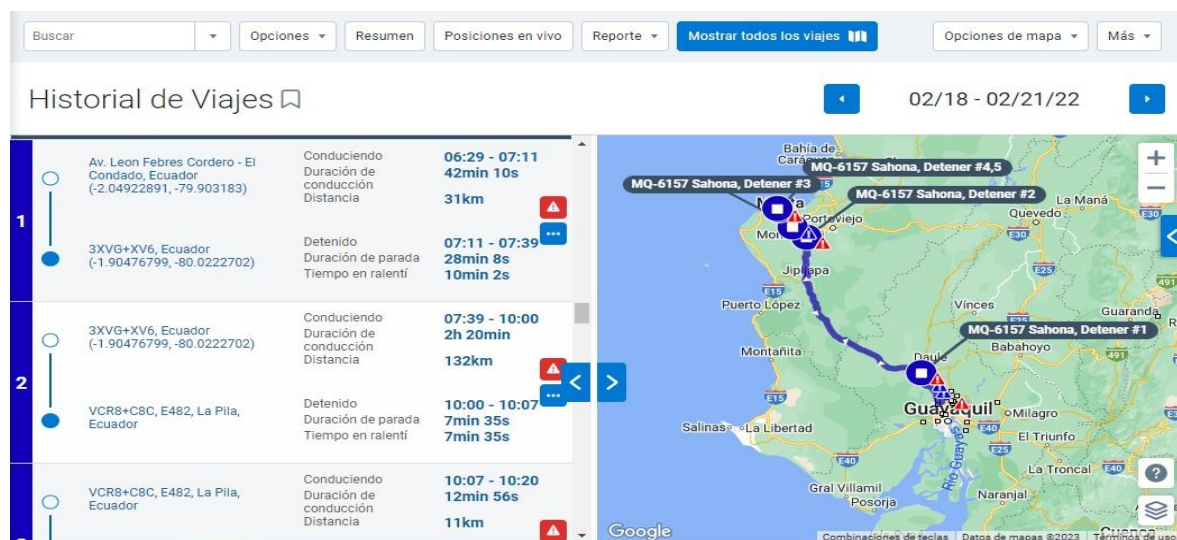


Tomado de: Plataforma Geotab.

**Paso 3:** Se registrarán todas las rutas en las que el camión estuvo en movimiento hasta que se apagó o detuvo por más de tres minutos. De esta manera, se identificó la hora de salida de la unidad desde "Equitrans Montebeluno" hasta "Puerto de Manta". Una vez obtenidas las horas de salida y llegada en cada punto, se anotó esta información en la bitácora. Luego, se calculará la duración del trayecto restando la hora de llegada a la hora de salida, para así obtener el tiempo que duró el recorrido.

**Figura 8**

*Historial de Viajes en Plataforma Geotab*



Tomado de: Plataforma Geotab

**Paso 4:** Para generar la bitácora, se inicia seleccionando el camión específico con el que se trabajará para obtener los datos necesarios. En este caso, utilizaremos el camión "MQ-61XX". A continuación, se elige la ruta correspondiente, en este caso, el trayecto de "Equitransa Montebeluno a Puerto de Manta". Luego, se selecciona el mes en el cual la unidad realizó dicha ruta establecida. Para obtener las horas en las que el vehículo estuvo en la ruta, se buscarán estos datos en la plataforma de Geotab.

**Figura 9**

*Bitácora de Flota de Camiones*

No. Viaje	Unidad	Mes	Fecha de salida	Hora de inicio	Code	Origen	Viaje	Hora de Fin	Code	Destino	Tiempo d
1	MQ-6157	febrero	19/02/2022	06:29	1	Equitransa Montebeluno	Ida	11:17	2	Puerto de Manta	04:48
2	MQ-6157	febrero	19/02/2022	14:03	2	Puerto de Manta	Regreso	20:56	3	Matriz IASA	06:53
3	MQ-6157	febrero	22/02/2022	06:55	1	Equitransa Montebeluno	Ida	12:48	2	Puerto de Manta	05:53
4	MQ-6157	febrero	22/02/2022	14:45	2	Puerto de Manta	Regreso	21:35	4	Talleres IASA	06:50
5	MQ-6157	marzo	08/03/2022	07:27	1	Equitransa Montebeluno	Ida	17:14	2	Puerto de Manta	09:47
6	MQ-6157	marzo	08/03/2022	18:28	2	Puerto de Manta	Regreso	23:53	3	Matriz IASA	05:25
7	MQ-6157	marzo	21/03/2022	08:16	1	Equitransa Montebeluno	Ida	14:04	2	Puerto de Manta	05:48
8	MQ-6157	marzo	21/03/2022	15:35	2	Puerto de Manta	Regreso	23:34	3	Matriz IASA	07:59
9	MQ-6157	abril	05/04/2022	06:58	1	Equitransa Montebeluno	Ida	14:01	2	Puerto de Manta	07:03
10	MQ-6157	abril	13/04/2022	06:43	1	Equitransa Montebeluno	Ida	14:23	2	Puerto de Manta	07:06
11	MQ-6157	abril	13/04/2022	19:01	2	Puerto de Manta	Regreso	00:44	3	Matriz IASA	05:43
12	MQ-6157	mayo	04/05/2022	08:57	1	Equitransa Montebeluno	Ida	16:03	2	Puerto de Manta	07:06
13	MQ-6157	mayo	04/05/2022	18:17	2	Puerto de Manta	Regreso	23:11	3	Matriz IASA	04:54
14	MQ-6157	mayo	05/05/2022	10:12	3	Matriz IASA	Ida	17:04	2	Puerto de Manta	06:52
15	MQ-6157	mayo	25/05/2022	07:06	1	Equitransa Montebeluno	Ida	13:42	2	Puerto de Manta	06:36
16	MQ-6157	junio	07/06/2022	07:48	1	Equitransa Montebeluno	Ida	15:29	2	Puerto de Manta	07:41
17	MQ-6157	junio	07/06/2022	16:07	2	Puerto de Manta	Regreso	22:40	3	Matriz IASA	06:14
18	MQ-6157	junio	08/06/2022	10:00	3	Matriz IASA	Ida	15:48	2	Puerto de Manta	05:48
19	MQ-6157	junio	14/06/2022	07:09	1	Equitransa Montebeluno	Ida	16:14	2	Puerto de Manta	10:21
20	MQ-6157	junio	14/06/2022	21:53	2	Puerto de Manta	Regreso	10:04	3	Matriz IASA	12:11
21	MQ-6157	junio	15/06/2022	11:26	3	Matriz IASA	Ida	16:13	2	Puerto de Manta	12:48
22	MQ-6157	junio	15/06/2022	21:44	2	Puerto de Manta	Regreso	10:23	3	Matriz IASA	12:39
23	MQ-6157	junio	21/06/2022	07:44	1	Equitransa Montebeluno	Ida	13:37	2	Puerto de Manta	12:44
24	MQ-6157	junio	21/06/2022	14:25	2	Puerto de Manta	Regreso	22:25	3	Matriz IASA	08:00

Tomado de: Microsoft Office a partir de la tabulación de los datos.

**Paso 5:** Una vez completada la bitácora del primer camión, la cual consta de 54 viajes realizados durante el año, 30 de ida y 24 de regreso, procederemos a descargar los datos recopilados por el dispositivo "Geotab". Para hacerlo, en la plataforma, se seleccionó el icono de "Estadística" y luego se da clic en el botón "Colisiones y datos del registro". De esta manera, se abrirá la pestaña de opciones de visualización, donde se ingresó la información previamente registrada en la bitácora, incluyendo las fechas, horas y modelo del vehículo, garantizando así la obtención de información precisa y fiable.

**Figura 10***Colisiones y Datos del Registro*

Ver una lista detallada de cada uno de los registros del dispositivo.

[https://my1415.geotab.com/iasa\\_transportes/#logDetails](https://my1415.geotab.com/iasa_transportes/#logDetails)

Tomado de: Plataforma Geotab.

**Figura 11***Ingreso del Periodo de Tiempo*

Periodo de tiempo	Opciones de visualización
Hoy	Incluir datos archivados (históricos) <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Ayer	Vehículos <input type="text" value="Buscar vehículos..."/>
Esta semana	
Semana pasada	Seleccionado: Ninguna
Este mes	
Mes pasado	
Personalizado	
<input type="text" value="02/19/22 06:29"/>	
a <input type="text" value="02/19/22 11:17"/>	
	<input type="button" value="Aplicar cambios"/>

Tomado de: Plataforma Geotab.

**Paso 6:** Con los parámetros de selección previamente delimitados, se procedió a descargar el reporte de los datos obtenidos en un archivo formato Excel. Se da clic en la opción "reporte" y se escoge "avanzado". Al hacerlo, se generará y descargará automáticamente un archivo de Excel con todos los datos recopilados por el dispositivo Geotab durante el viaje realizado. Esta información es fundamental para el análisis y estudio posterior de los resultados obtenidos.

## Figura 12

### *Descarga de Reporte Avanzado*



Tomado de: Plataforma Geotab.

**Paso 7:** Después de realizar la descarga del primer documento, se accede al enlace <sup>1</sup> que suministra el software con el objetivo de identificar los datos de las variables y facilitar la automatización de futuras descargas.

En este enlace, establecemos el rango de datos específico para cada viaje que realizo el camión. Se seguirá las siguientes configuraciones:

- "endDate" corresponde a la fecha y hora en que finalizó el recorrido, con una diferencia de +5 horas para ajustar el horario con el que trabaja la plataforma adecuadamente.
- "startDate" indica la fecha y hora de inicio del recorrido, también con una diferencia de +5 horas para evitar problemas en la plataforma.
- "devices" identifica el código único del camión con el que estamos trabajando, permitiendo al sistema reconocer el vehículo de interés.

---

<sup>1</sup> "https://my1415.geotab.com/iasa\_transportes/#logDetails,dateRange:(endDate:'2022-02-19T16:17:59.000Z',startDate:'2022-02-19T11:29:00.000Z'),devices:!(b61)".



Figura 13

Primer Libro Descargado

DeviceName	DeviceId	DeviceGroup	DeviceComment	UserFirstName	UserLastName	UserNan	DebugDateTime	DebugRecordTy
MQ-6157 Sahona	b61	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:06 AM	EngineStatusRecord
MQ-6157 Sahona	b61	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:21 AM	EngineStatusRecord
MQ-6157 Sahona	b61	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:28 AM	EngineStatusRecord
MQ-6157 Sahona	b61	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:31 AM	EngineStatusRecord
MQ-6157 Sahona	b61	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:31 AM	EngineStatusRecord
MQ-6157 Sahona	b61	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:32 AM	EngineStatusRecord
MQ-6157 Sahona	b61	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:32 AM	EngineStatusRecord
MQ-6157 Sahona	b61	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:39 AM	EngineStatusRecord
MQ-6157 Sahona	b61	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:40 AM	EngineStatusRecord
MQ-6157 Sahona	b61	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:42 AM	EngineStatusRecord
MQ-6157 Sahona	b61	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:53 AM	EngineStatusRecord
MQ-6157 Sahona	b61	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:54 AM	EngineStatusRecord
MQ-6157 Sahona	b61	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:58 AM	EngineStatusRecord
MQ-6157 Sahona	b61	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:30:32 AM	EngineStatusRecord
MQ-6157 Sahona	b61	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:30:33 AM	EngineStatusRecord
MQ-6157 Sahona	b61	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:30:33 AM	EngineStatusRecord

Tomado de: Plataforma Geotab.

Figura 14

Lista de URLs para Descarga

No. Viaje	Mes	Fecha de salida	Hora de inicio	Fecha de Llegada	Hora de Fin	Estructura URL
1	febrero	2022-02-19	11:29	2022-02-19	16:17	https://my1415.geotab.com/iasa_transportes/WlogDetails.dateRange lendDate: 2022-02-19 T 16:17 :59.000Z_startDate: 2022-02-19 T 11:29 :00.000Z_devices:!!b61
2	febrero	2022-02-19	19:03	2022-02-20	01:56	https://my1415.geotab.com/iasa_transportes/WlogDetails.dateRange lendDate: 2022-02-20 T 01:56 :59.000Z_startDate: 2022-02-19 T 19:03 :00.000Z_devices:!!b61
3	febrero	2022-02-22	11:55	2022-02-22	17:48	https://my1415.geotab.com/iasa_transportes/WlogDetails.dateRange lendDate: 2022-02-22 T 17:48 :59.000Z_startDate: 2022-02-22 T 11:55 :00.000Z_devices:!!b61
4	febrero	2022-02-22	19:45	2022-02-23	02:35	https://my1415.geotab.com/iasa_transportes/WlogDetails.dateRange lendDate: 2022-02-23 T 02:35 :59.000Z_startDate: 2022-02-22 T 19:45 :00.000Z_devices:!!b61
5	marzo	2022-03-08	12:27	2022-03-08	22:14	https://my1415.geotab.com/iasa_transportes/WlogDetails.dateRange lendDate: 2022-03-08 T 22:14 :59.000Z_startDate: 2022-03-08 T 12:27 :00.000Z_devices:!!b61
6	marzo	2022-03-08	23:28	2022-03-09	04:53	https://my1415.geotab.com/iasa_transportes/WlogDetails.dateRange lendDate: 2022-03-09 T 04:53 :59.000Z_startDate: 2022-03-08 T 23:28 :00.000Z_devices:!!b61
7	marzo	2022-03-21	13:16	2022-03-21	19:04	https://my1415.geotab.com/iasa_transportes/WlogDetails.dateRange lendDate: 2022-03-21 T 19:04 :59.000Z_startDate: 2022-03-21 T 13:16 :00.000Z_devices:!!b61
8	marzo	2022-03-21	20:35	2022-03-22	04:34	https://my1415.geotab.com/iasa_transportes/WlogDetails.dateRange lendDate: 2022-03-22 T 04:34 :59.000Z_startDate: 2022-03-21 T 20:35 :00.000Z_devices:!!b61
9	abril	2022-04-05	11:58	2022-04-05	19:01	https://my1415.geotab.com/iasa_transportes/WlogDetails.dateRange lendDate: 2022-04-05 T 19:01 :59.000Z_startDate: 2022-04-05 T 11:58 :00.000Z_devices:!!b61
10	abril	2022-04-13	11:43	2022-04-13	19:23	https://my1415.geotab.com/iasa_transportes/WlogDetails.dateRange lendDate: 2022-04-13 T 19:23 :59.000Z_startDate: 2022-04-13 T 11:43 :00.000Z_devices:!!b61
11	abril	2022-04-14	00:01	2022-04-14	05:44	https://my1415.geotab.com/iasa_transportes/WlogDetails.dateRange lendDate: 2022-04-14 T 05:44 :59.000Z_startDate: 2022-04-14 T 00:01 :00.000Z_devices:!!b61
12	mayo	2022-05-04	13:57	2022-05-04	21:03	https://my1415.geotab.com/iasa_transportes/WlogDetails.dateRange lendDate: 2022-05-04 T 21:03 :59.000Z_startDate: 2022-05-04 T 13:57 :00.000Z_devices:!!b61
13	mayo	2022-05-04	23:17	2022-05-05	04:11	https://my1415.geotab.com/iasa_transportes/WlogDetails.dateRange lendDate: 2022-05-05 T 04:11 :59.000Z_startDate: 2022-05-04 T 23:17 :00.000Z_devices:!!b61
14	mayo	2022-05-05	15:12	2022-05-05	22:04	https://my1415.geotab.com/iasa_transportes/WlogDetails.dateRange lendDate: 2022-05-05 T 22:04 :59.000Z_startDate: 2022-05-05 T 15:12 :00.000Z_devices:!!b61
15	mayo	2022-05-25	12:06	2022-05-25	18:42	https://my1415.geotab.com/iasa_transportes/WlogDetails.dateRange lendDate: 2022-05-25 T 18:42 :59.000Z_startDate: 2022-05-25 T 12:06 :00.000Z_devices:!!b61
16	junio	2022-06-07	12:48	2022-06-07	20:29	https://my1415.geotab.com/iasa_transportes/WlogDetails.dateRange lendDate: 2022-06-07 T 20:29 :59.000Z_startDate: 2022-06-07 T 12:48 :00.000Z_devices:!!b61
17	junio	2022-06-07	21:07	2022-06-08	03:40	https://my1415.geotab.com/iasa_transportes/WlogDetails.dateRange lendDate: 2022-06-08 T 03:40 :59.000Z_startDate: 2022-06-07 T 21:07 :00.000Z_devices:!!b61
18	junio	2022-06-08	15:00	2022-06-08	20:48	https://my1415.geotab.com/iasa_transportes/WlogDetails.dateRange lendDate: 2022-06-08 T 20:48 :59.000Z_startDate: 2022-06-08 T 15:00 :00.000Z_devices:!!b61
19	junio	2022-06-14	12:09	2022-06-14	21:14	https://my1415.geotab.com/iasa_transportes/WlogDetails.dateRange lendDate: 2022-06-14 T 21:14 :59.000Z_startDate: 2022-06-14 T 12:09 :00.000Z_devices:!!b61
20	junio	2022-06-15	02:53	2022-06-15	15:04	https://my1415.geotab.com/iasa_transportes/WlogDetails.dateRange lendDate: 2022-06-15 T 15:04 :59.000Z_startDate: 2022-06-15 T 02:53 :00.000Z_devices:!!b61
21	junio	2022-06-15	16:26	2022-06-15	21:13	https://my1415.geotab.com/iasa_transportes/WlogDetails.dateRange lendDate: 2022-06-15 T 21:13 :59.000Z_startDate: 2022-06-15 T 16:26 :00.000Z_devices:!!b61
22	junio	2022-06-16	02:44	2022-06-16	15:23	https://my1415.geotab.com/iasa_transportes/WlogDetails.dateRange lendDate: 2022-06-16 T 15:23 :59.000Z_startDate: 2022-06-16 T 02:44 :00.000Z_devices:!!b61
23	junio	2022-06-21	12:44	2022-06-21	18:37	https://my1415.geotab.com/iasa_transportes/WlogDetails.dateRange lendDate: 2022-06-21 T 18:37 :59.000Z_startDate: 2022-06-21 T 12:44 :00.000Z_devices:!!b61
24	junio	2022-06-21	19:25	2022-06-22	03:25	https://my1415.geotab.com/iasa_transportes/WlogDetails.dateRange lendDate: 2022-06-22 T 03:25 :59.000Z_startDate: 2022-06-21 T 19:25 :00.000Z_devices:!!b61
25	julio	2022-07-12	14:03	2022-07-13	00:10	https://my1415.geotab.com/iasa_transportes/WlogDetails.dateRange lendDate: 2022-07-13 T 00:10 :59.000Z_startDate: 2022-07-12 T 14:03 :00.000Z_devices:!!b61
26	julio	2022-07-13	03:08	2022-07-13	10:30	https://my1415.geotab.com/iasa_transportes/WlogDetails.dateRange lendDate: 2022-07-13 T 10:30 :59.000Z_startDate: 2022-07-13 T 03:08 :00.000Z_devices:!!b61
27	julio	2022-07-13	15:19	2022-07-13	23:49	https://my1415.geotab.com/iasa_transportes/WlogDetails.dateRange lendDate: 2022-07-13 T 23:49 :59.000Z_startDate: 2022-07-13 T 15:19 :00.000Z_devices:!!b61
28	julio	2022-07-14	01:23	2022-07-14	15:16	https://my1415.geotab.com/iasa_transportes/WlogDetails.dateRange lendDate: 2022-07-14 T 15:16 :59.000Z_startDate: 2022-07-14 T 01:23 :00.000Z_devices:!!b61

Tomado de: Microsoft Office a partir de la tabulación de los datos.

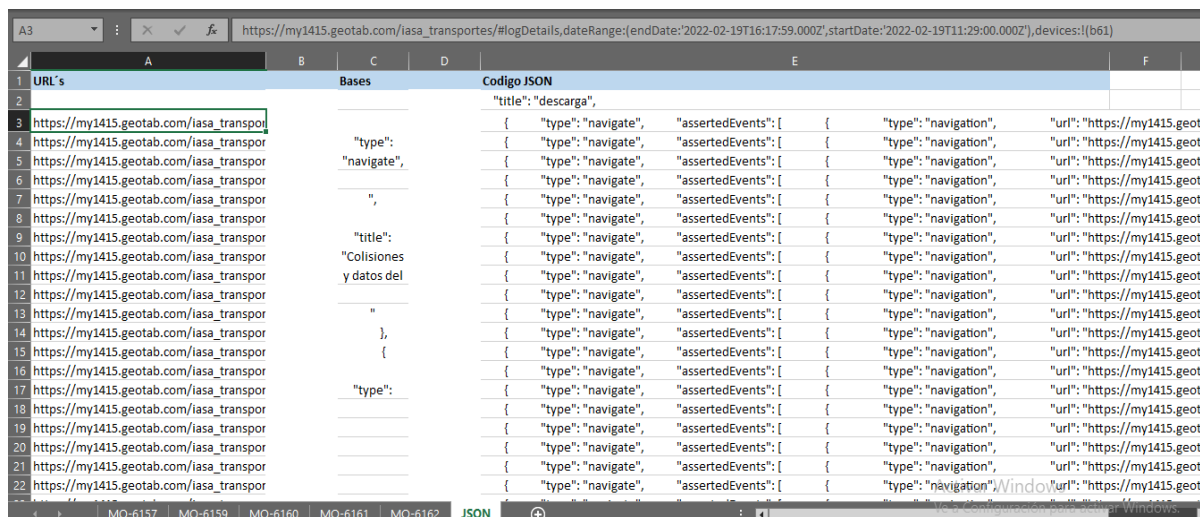
**Paso 8:** Una vez que se cuenta con la descarga de libros, se elaboró el código JSON. A través del navegador Google Chrome, se accede a "DevTools" y se selecciona la opción de



“grabadora”. Luego, cargamos el código JSON y lo ejecutamos. De esta forma, se automatizar la descarga de todos los viajes registrados en la bitácora, agilizando el proceso y facilitando la obtención de los datos necesarios.

**Figura 15**

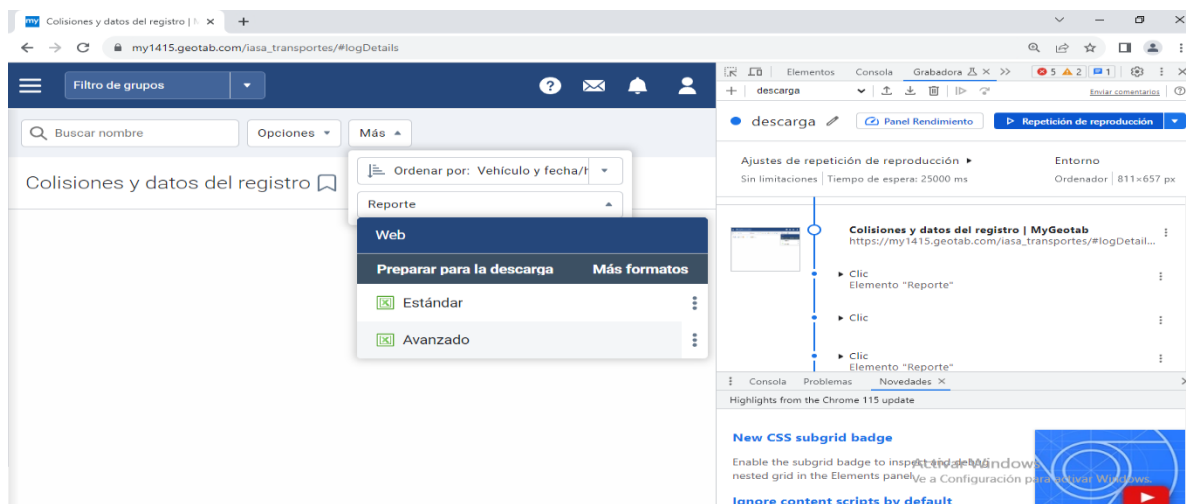
*Desarrollo de Código JSON*



Tomado de: Microsoft Office a partir de la tabulación de los datos.

**Figura 16**

*Automatización de Descarga*



Tomado de: Navegador Google Chrome.

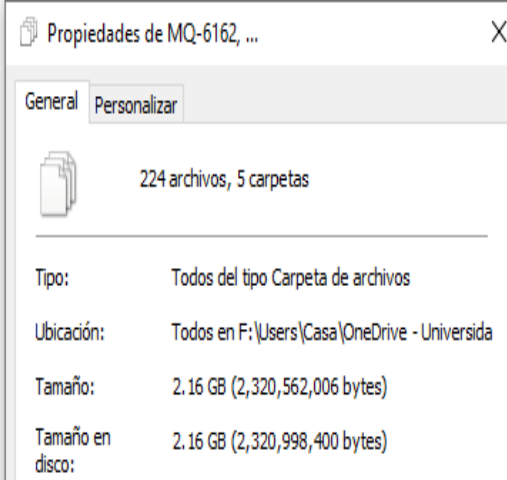
**Paso 9:** Con los libros descargados y organizados en las carpetas correspondientes a cada camión, se realizó la limpieza de los archivos. El código lee las hojas ocultas, eliminando las pestañas "Report", "Summary" y "Lenguajes", y dejando únicamente la pestaña "Data". De

esta manera, los libros quedan listos para avanzar a la siguiente etapa del proceso.

**Figura 17**

### Libros Ordenados y Descargados

Nombre	Estado	Fecha de modificación	Tipo
MQ-6157		05/08/2023 11:28 p. m.	Carpeta de archivos
MQ-6159		13/05/2023 10:51 p. m.	Carpeta de archivos
MQ-6160		12/05/2023 08:37 p. m.	Carpeta de archivos
MQ-6161		12/05/2023 10:34 p. m.	Carpeta de archivos
MQ-6162		13/05/2023 04:24 p. m.	Carpeta de archivos

Propiedades de MQ-6162, ...	
General	Personalizar
224 archivos, 5 carpetas	
Tipo:	Todos del tipo Carpeta de archivos
Ubicación:	Todos en F:\Users\Casa\OneDrive - Universida
Tamaño:	2.16 GB (2,320,562,006 bytes)
Tamaño en disco:	2.16 GB (2,320,998,400 bytes)

Tomado de: Escritorio de Windows.

**Figura 18**

### Código Python para Eliminar las Pestañas Ocultas

```

Elimina hojas ocultas y celdas.py ×
1 import openpyxl
2 import os
3
4 # Ruta de la carpeta donde se encuentran los archivos
5 ruta = r'F:\Users\Casa\OneDrive - Universidad Internacional del Ecuador\8VO SEMESTRE\PROYECTO FINAL\m\MQ-6162'
6
7 # Recorremos todos los archivos de la carpeta
8 for archivo in os.listdir(ruta):
9     # Verificamos si es un archivo de Excel
10    if archivo.endswith('.xlsx'):
11        # Cargamos el libro de Excel
12        workbook = openpyxl.load_workbook(os.path.join(ruta, archivo))
13
14        # Mostramos las hojas ocultas
15        for sheet in workbook.worksheets:
16            sheet.sheet_state = 'visible'
17
18        # Eliminamos todas las hojas excepto la llamada "Data"
19        for sheet_name in workbook.sheetnames:
20            if sheet_name != 'Data':
21                workbook.remove(workbook[sheet_name])
22
23        # Desactivamos el inmovilizado de filas
24        for sheet in workbook.worksheets:
25            sheet.freeze_panes = None
26
27        # Eliminamos las filas del 1 al 9
28        sheet_data = workbook['Data']
29        sheet_data.delete_rows(1, 9)
30
31        # Autoajustamos el alto de la fila 10
32        sheet_data.row_dimensions[10].height = None
33
34        # Guardamos el libro de Excel
35        workbook.save(os.path.join(ruta, archivo))

```

Tomado de: Pycharm Community Edition.

Figura 19

Libro de Excel Modificado

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	DeviceName	No. de viaje	DeviceGroup	DeviceComment	UserFirstName	UserLastName	UserName	DebugDateTime	DebugRecordType	DebugSpeed	DebugLogId
2	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:00 AM	DebugRecord		
3	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:06 AM	EngineStatusRecord		
4	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:21 AM	EngineStatusRecord		
5	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:22 AM	DebugRecord		
6	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:22 AM	DebugRecord		
7	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:25 AM	DebugRecord		
8	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:28 AM	EngineStatusRecord		
9	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:30 AM	DebugRecord		
10	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:30 AM	DebugRecord		
11	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:31 AM	GpsRecord	1	-79.90318
12	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:31 AM	DebugRecord		
13	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:31 AM	DebugRecord		
14	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:31 AM	DebugRecord		
15	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:31 AM	EngineStatusRecord		
16	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:31 AM	DebugRecord		
17	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:31 AM	DebugRecord		
18	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:31 AM	EngineStatusRecord		
19	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:32 AM	DebugRecord		
20	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:32 AM	DebugRecord		
21	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:32 AM	DebugRecord		
22	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:32 AM	EngineStatusRecord		
23	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:32 AM	DebugRecord		
24	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:32 AM	EngineStatusRecord		
25	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:35 AM	DebugRecord		
26	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:36 AM	GpsRecord	8	-79.90318
27	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:36 AM	DebugRecord		
28	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:37 AM	DebugRecord		
29	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:39 AM	EngineStatusRecord		
30	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:40 AM	EngineStatusRecord		
31	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:41 AM	GpsRecord	16	-79.90326
32	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:42 AM	EngineStatusRecord		
33	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:46 AM	GpsRecord	17	-79.90347
34	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:53 AM	EngineStatusRecord		
35	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:54 AM	EngineStatusRecord		
36	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:55 AM	EngineStatusRecord	10	-79.90372
37	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:58 AM	EngineStatusRecord		
38	MQ-6157 Sahona	01	Vehicle, Diesel, MQ-6157					19/02/2022 6:29:59 AM	GpsRecord	0	-79.90377

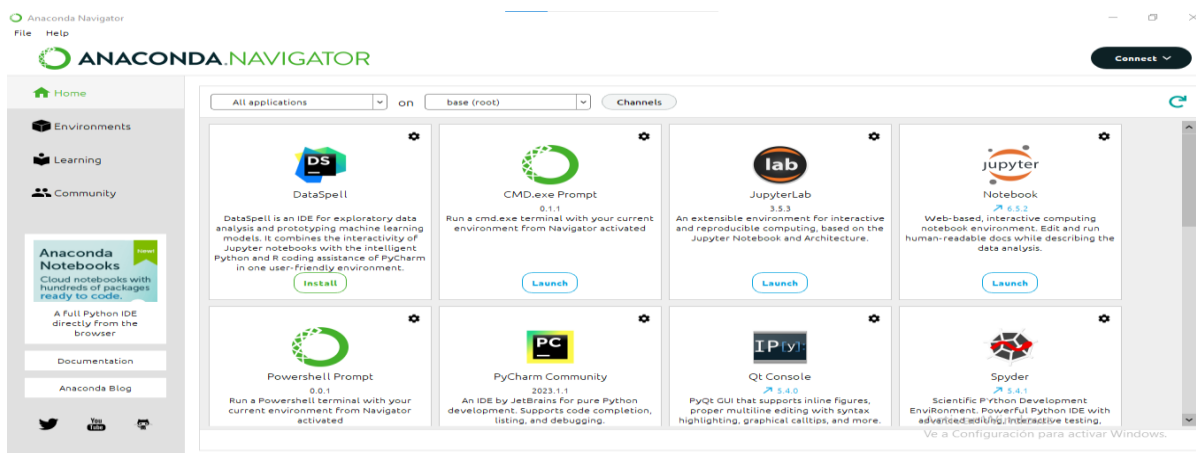
Tomado de: Plataforma Geotab

### 3.3.8. Proceso de Ejecución de Códigos en Anaconda Navigator

Una vez completada la bitácora y descargados libros, se utilizar el software "Anaconda Navigator". Esta plataforma proporciona un interfaz de usuario para gestionar ciencia de datos, se empleó "Jupyter Notebook", que es una herramienta que permite la ejecución de códigos directamente desde un navegador web.

Figura 20

Software Anaconda Navigator



Tomado de: Anaconda Navigator.

### 3.3.9. Análisis de Datos a través de Programación.

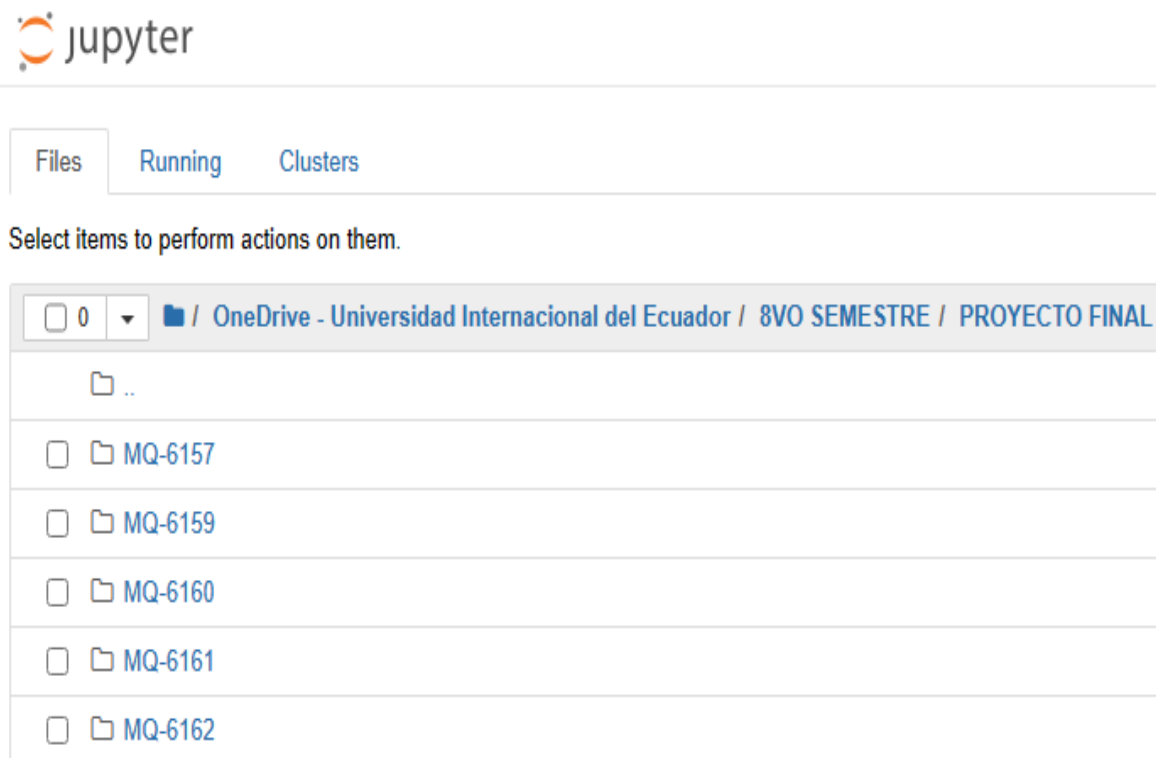
Los códigos para este análisis están escritos en el lenguaje Python y se encuentran disponibles en el anexo.

**Código 1:** Se Ejecuto en el software "Jupyter Notebook", donde se ordenó las carpetas con los datos correspondientes a cada camión. En la misma se encuentra los archivos descargados con los datos reportados en la bitácora, que están organizados por camión. Cada libro de Excel se denomina con el número de ruta, por ejemplo, "MQ-61XX\_v\_01.xlsx".

La primera carpeta llamada "originales" se usó para guardar los archivos de Excel descargados directamente desde la plataforma Geotab, se creó otra carpeta denominada "extraídos" para guardar los archivos que resultaron después de la aplicación del código #1. Este ordenamiento facilito la ejecución de los códigos y permitió mantener una estructura organizada para el manejo de los datos.

#### Figura 21

Plataforma Jupyter



Tomado de: Jupyter.

Figura 22

## Lista de Libros con Número de Ruta

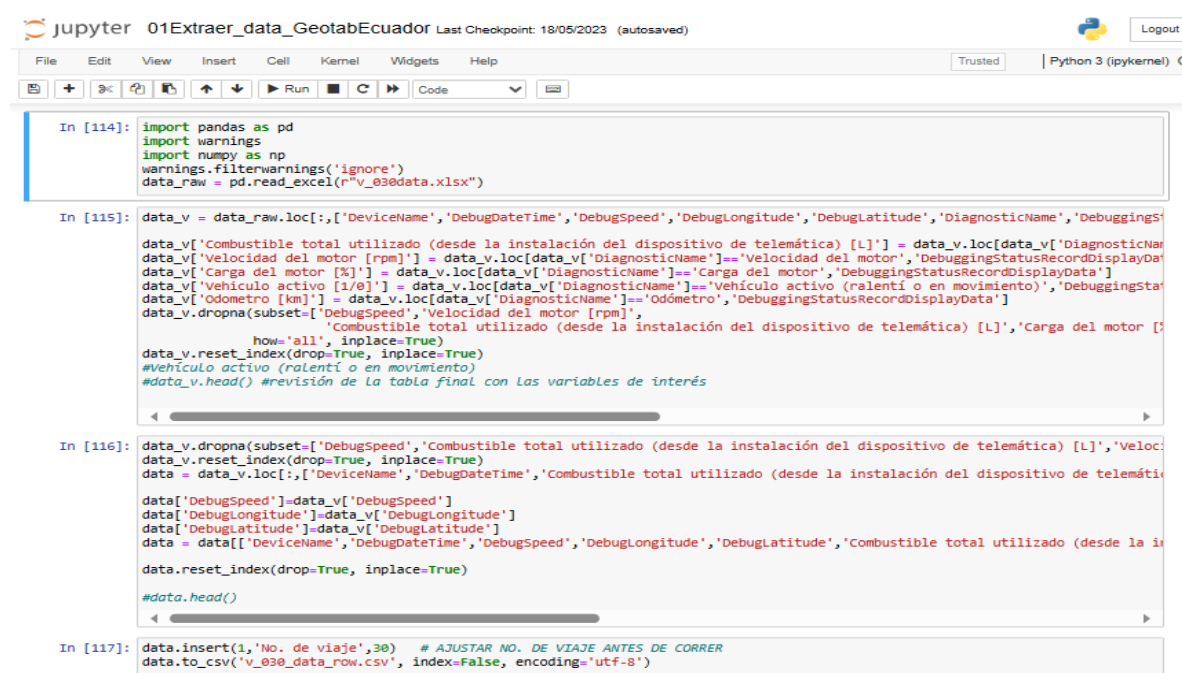


Tomado de: Jupyter.

Desde la carpeta "Originales", se procedió a pegar el archivo que contiene el código "01Extraer\_data\_GeotabEcuador.ipynb". Luego, por medio de la plataforma Jupyter se ejecutó el código 01, en el cual se ingresó el nombre de cada libro. Obteniendo una lista de archivos de resultado con nombres secuenciales, por ejemplo: "MQ-61XX\_v\_01.\_data\_row.csv".

Figura 23

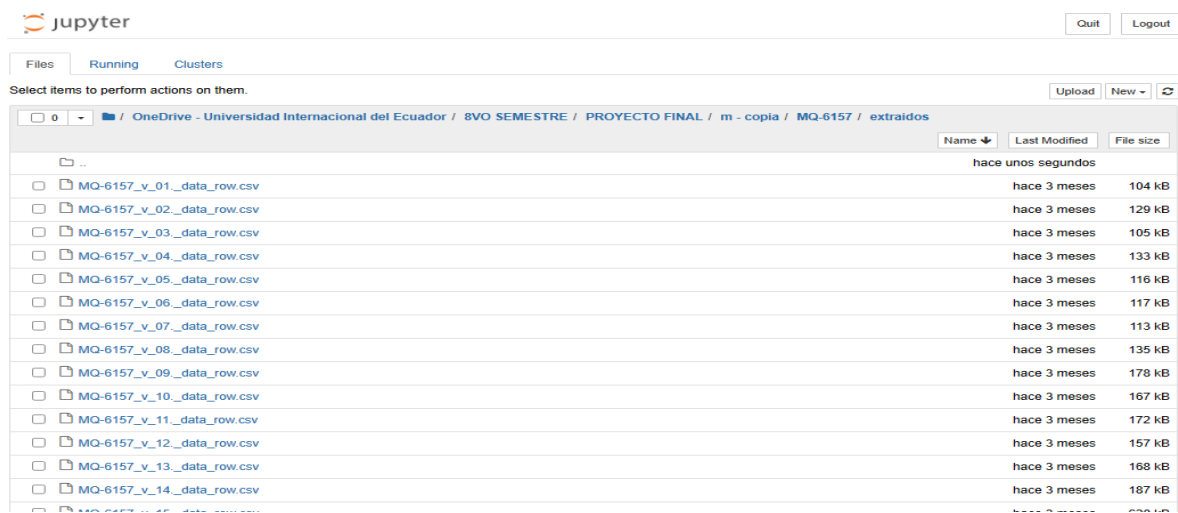
## Ejecución de Código Extraer\_data\_GeotabEcuador.ipynb



Tomado de: Jupyter.

## Figura 24

### Libros ".csv" Generados



The screenshot shows the JupyterLab interface with the 'Files' tab active. The current directory is 'OneDrive - Universidad Internacional del Ecuador / 8VO SEMESTRE / PROYECTO FINAL / m - copia / MQ-6157 / extraídos'. A table lists 14 CSV files, each with a checkbox, name, last modified time, and file size.

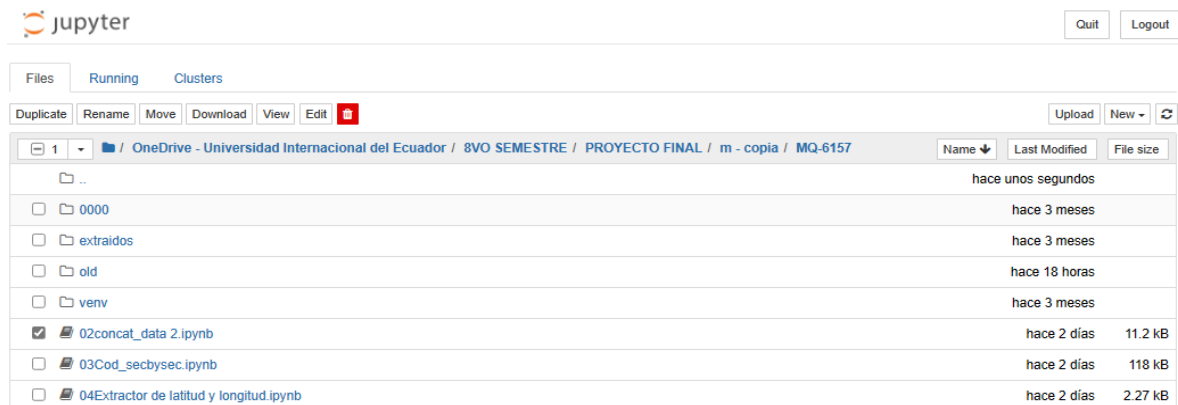
	Name	Last Modified	File size
	MQ-6157_v_01_data_row.csv	hace 3 meses	104 kB
	MQ-6157_v_02_data_row.csv	hace 3 meses	129 kB
	MQ-6157_v_03_data_row.csv	hace 3 meses	105 kB
	MQ-6157_v_04_data_row.csv	hace 3 meses	133 kB
	MQ-6157_v_05_data_row.csv	hace 3 meses	116 kB
	MQ-6157_v_06_data_row.csv	hace 3 meses	117 kB
	MQ-6157_v_07_data_row.csv	hace 3 meses	113 kB
	MQ-6157_v_08_data_row.csv	hace 3 meses	135 kB
	MQ-6157_v_09_data_row.csv	hace 3 meses	178 kB
	MQ-6157_v_10_data_row.csv	hace 3 meses	167 kB
	MQ-6157_v_11_data_row.csv	hace 3 meses	172 kB
	MQ-6157_v_12_data_row.csv	hace 3 meses	157 kB
	MQ-6157_v_13_data_row.csv	hace 3 meses	168 kB
	MQ-6157_v_14_data_row.csv	hace 3 meses	187 kB

Tomado de: Jupyter.

**Código 2:** En los archivos obtenidos por medio del código 1, se procede a insertar el respectivo código "02concat\_data2.ipynb"

## Figura 25

### Segundo Código



The screenshot shows the JupyterLab interface with the 'Files' tab active. The current directory is 'OneDrive - Universidad Internacional del Ecuador / 8VO SEMESTRE / PROYECTO FINAL / m - copia / MQ-6157'. A table lists several files and folders, with the file '02concat\_data 2.ipynb' selected.

	Name	Last Modified	File size
	0000	hace 3 meses	
	extraídos	hace 3 meses	
	old	hace 18 horas	
	venv	hace 3 meses	
<input checked="" type="checkbox"/>	02concat_data 2.ipynb	hace 2 días	11.2 kB
<input type="checkbox"/>	03Cod_secbysec.ipynb	hace 2 días	118 kB
<input type="checkbox"/>	04Extractor de latitud y longitud.ipynb	hace 2 días	2.27 kB

Tomado de: Jupyter.

Antes de proceder con la ejecución del código, se verifico que los libro que se van a unificar se encuentren en la ruta "extraídos". Al ejecutar la primera celda del código este reconocerá los libros guardados en la carpeta. En la segunda sección del código, se genera un libro unificado con el nombre, "Data\_MQ-61XX\_CatChor.csv".

Figura 26

## Ejecución del Código 2

The screenshot shows a Jupyter Notebook with the following code in the input cell:

```

'extraidos\MQ-6157_v_40_data_row.csv',
'extraidos\MQ-6157_v_41_data_row.csv',
'extraidos\MQ-6157_v_42_data_row.csv',
'extraidos\MQ-6157_v_43_data_row.csv',
'extraidos\MQ-6157_v_44_data_row.csv',
'extraidos\MQ-6157_v_45_data_row.csv',
'extraidos\MQ-6157_v_46_data_row.csv',
'extraidos\MQ-6157_v_47_data_row.csv',
'extraidos\MQ-6157_v_48_data_row.csv',
'extraidos\MQ-6157_v_49_data_row.csv',
'extraidos\MQ-6157_v_50_data_row.csv',
'extraidos\MQ-6157_v_51_data_row.csv',
'extraidos\MQ-6157_v_52_data_row.csv',
'extraidos\MQ-6157_v_53_data_row.csv',
'extraidos\MQ-6157_v_54_data_row.csv']

In [2]: corredor = pd.concat((pd.read_csv(file).assign(filename=file)
    for file in files), ignore_index=True)
corredor.drop('filename', axis=1, inplace=True)
corredor.to_csv('Data_MQ-6157_catchor.csv', index=False, encoding='utf-8-sig') ##Nombre del archivo
corredor.head()

```

The output cell displays a table with the following columns: DeviceName, No. de viaje, DebugDateTime, DebugSpeed, DebugLongitude, DebugLatitude, DiagnosticName, DebuggingStatusRecordDisplayData, Combustible total utilizado (desde la instalación del dispositivo de telemática) [L], and Vel del. The table contains 4 rows of data for device MQ-6157.

	DeviceName	No. de viaje	DebugDateTime	DebugSpeed	DebugLongitude	DebugLatitude	DiagnosticName	DebuggingStatusRecordDisplayData	Combustible total utilizado (desde la instalación del dispositivo de telemática) [L]	Vel del
0	MQ-6157 Sahona	1	2022-02-19 06:29:28.003	NaN	NaN	NaN	Velocidad del motor	649.50	NaN	
1	MQ-6157 Sahona	1	2022-02-19 06:29:31.000	1.0	-79.90318	-2.04923	NaN	NaN	NaN	
2	MQ-6157 Sahona	1	2022-02-19 06:29:36.000	8.0	-79.90318	-2.04915	NaN	NaN	NaN	
3	MQ-6157 Sahona	1	2022-02-19 06:29:39.007	NaN	NaN	NaN	Velocidad del motor	1388.25	NaN	1

Tomado de: Jupyter.

**Código 3:** En la carpeta general se insertó el código "03Cod\_secbysec.ipynb", en la misma se encuentran los archivos ya concatenados por medio del código 2. Mediante la ejecución del código 3 se realizó la interpolación lineal que permite mitigar la pérdida de segundos que se encuentran en el archivo unificado, esto permite tener mayor precisión de los datos.

Figura 27

## Aplicación del Código 3

The screenshot shows the Jupyter Notebook file browser interface. The file list includes:

- 0000
- extraidos
- old
- venv
- 02concat\_data 2.ipynb
- 03Cod\_secbysec.ipynb** (Running)
- 04Extractor de latitud y longitud.ipynb

The file '03Cod\_secbysec.ipynb' is highlighted and shows a status of 'Running' with a last modified time of 'hace 2 días' and a file size of '118 kB'.

Tomado de: Jupyter.

En la segunda celda del código 3, se ingresa el nombre del archivo con el que se trabajó "Data\_MQ-61XX\_CatChor.csv". Al ejecutarlo se generaron dos archivos distintos: un libro de Excel y un archivo en formato ".csv".

## Figura 28

### Ejecución del Código 3

**Código de ajuste de datos de telemetría segundo a segundo**

**Responsables**

MSc. Oscar Serrano

PhD. José I. Huertas

**Objetivo:**

Leer un archivo con información de sistemas de telemetría de vehículos y realizar una Interpolación lineal para obtener los datos con una frecuencia de 1hz (segundo a segundo)

```
In [6]: # Importación de librerías
import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
import math
from scipy import interpolate
from pandas import DataFrame
import warnings
warnings.filterwarnings("ignore")
```

```
In [7]: # Leer archivo de entrada
df = pd.read_csv('Data_MQ-6157_CatChor.csv') # Leer csv concatenado que corresponda a la misma marca/modelo y de preferencia añ
df=df.sort_values(by=["No. de viaje","DebugDateTime"])
df.head(3)
```

```
Out[7]:
```

	DeviceName	No. de viaje	DebugDateTime	DebugSpeed	DebugLongitude	DebugLatitude	DiagnosticName	DebuggingStatus/RecordDisplayDate	Combustible total utilizado (desde la instalación del dispositivo de telemática) (L)	Velocidad del motor (km/h)
0	MQ-6157 Sahona	1	2022-02-19 06:29:28.003	NaN	NaN	NaN	Velocidad del motor	849.5	NaN	84
1	MQ-6157 Sahona	1	2022-02-19 06:29:31.000	1.0	-79.90318	-2.04023	NaN	NaN	NaN	7
2	MQ-6157 Sahona	1	2022-02-19 06:29:36.000	8.0	-79.90318	-2.04015	NaN	NaN	NaN	7

```
In [8]: # Agregar columna de fecha y hora y calcular delta time y tiempo acumulado
df['Date and Time'] = pd.to_datetime(df['DebugDateTime'])
df['Delta time'] = df.groupby('No. de viaje')['Date and Time'].diff(1).dt.total_seconds()
df['Delta time'] = df['Delta time'].fillna(0)
df['Accum_time'] = df.groupby('No. de viaje')['Delta time'].cumsum()
df.head()
```

```
Out[8]:
```

Combustible total utilizado

Tomado de: Jupyter.

Con la ejecución del código, se generó el archivo denominado "Data\_MQ-61XX\_CatChor\_secbysec.xlsx", el mismo contiene la información recopilada por el



dispositivo Geotab.

Figura 29

Libro Generado con el Código 3

Accum Time	Delta time [s]	Effective Accum Time	Speed [m/s]	Longitud	Latitud	Altitude [m]	road grade [rad]	Speed [km/h]	Speed range
0	0	0	0.277777778	-79.9032	-2.049	551.24	0	0	1 low
1	1	1	0.277777778	-79.9032	-2.049	551.24	0	0	1 low
2	2	2	0.277777778	-79.9032	-2.049	551.24	0	0.194 0.52	1 low
3	3	3	0.666666667	-79.9032	-2.049	551.24	0	0.421 0.72	2.4 low
4	4	4	1.055555556	-79.9032	-2.049	551.24	0	0.389 1.06	3.8 low
5	5	5	1.444444444	-79.9032	-2.049	551.24	0	0.389 1.44	5.2 low
6	6	6	1.833333333	-79.9032	-2.049	551.24	0	0.384 1.84	6.6 low
7	7	7	2.222222222	-79.9032	-2.049	551.24	0	0.417 2.26	8 low
8	8	8	2.666666667	-79.9032	-2.049	551.24	0	0.449 2.67	9.6 low
9	9	9	3.111111111	-79.9032	-2.049	551.24	0	0.444 3.11	11.2 low
10	10	10	3.555555556	-79.9032	-2.049	551.24	0	0.444 3.56	12.8 low
11	11	11	4	-79.9032	-2.049	551.24	0	0.477 3.95	14.4 low
12	12	12	4.444444444	-79.9033	-2.049	551.24	0	0.25 4.2	16 low
13	13	13	4.5	-79.9033	-2.049	551.24	0	0.023 4.45	16.2 low
14	14	14	4.555555556	-79.9033	-2.049	551.24	0	0.056 4.56	16.4 low
15	15	15	4.611111111	-79.9034	-2.049	551.24	0	0.056 4.61	16.6 low
16	16	16	4.666666667	-79.9034	-2.049	551.24	0	0.078 4.63	16.8 low
17	17	17	4.722222222	-79.9035	-2.049	551.24	0	-0.08 4.55	17 low
18	18	18	4.50617284	-79.9035	-2.049	551.24	0	-0.239 4.47	16.22 low
19	19	19	4.290123457	-79.9035	-2.049	551.24	0	-0.216 4.29	15.44 low
20	20	20	4.074074074	-79.9036	-2.049	551.24	0	-0.216 4.07	14.67 low
21	21	21	3.858024691	-79.9036	-2.049	551.24	0	-0.216 3.86	13.89 low
22	22	22	3.641975309	-79.9036	-2.049	551.24	0	-0.216 3.64	13.11 low
23	23	23	3.425925926	-79.9036	-2.049	551.24	0	-0.216 3.43	12.33 low
24	24	24	3.209876543	-79.9037	-2.049	551.24	0	-0.216 3.21	11.56 low
25	25	25	2.99382716	-79.9037	-2.049	551.24	0	-0.176 2.99	10.78 low
26	26	26	2.777777778	-79.9037	-2.049	551.24	0	-0.455 2.48	10 low
27	27	27	2.083333333	-79.9037	-2.049	551.24	0	-0.734 2.02	7.5 low
28	28	28	1.388888889	-79.9037	-2.049	551.24	0	-0.694 1.39	5 low
29	29	29	0.694444444	-79.9038	-2.049	551.24	0	-0.76 0.79	2.5 low
30	30	30	0	-79.9038	-2.049	551.24	0	-0.302 0.49	0 low

Tomado de: Microsoft Office.

En el archivo se debe completar los campos de altitud y pendiente, el dispositivo Geotab nos los proporciona. Para obtener estos valores, se procedió a extraer dichos datos mediante el uso de una plataforma web denominada "GPS Visualizer". Para esta tarea específica, se utilizó el código "04Extractor\_de\_latitud\_y\_longitud.ipynb".

Figura 30

Búsqueda del Código 4

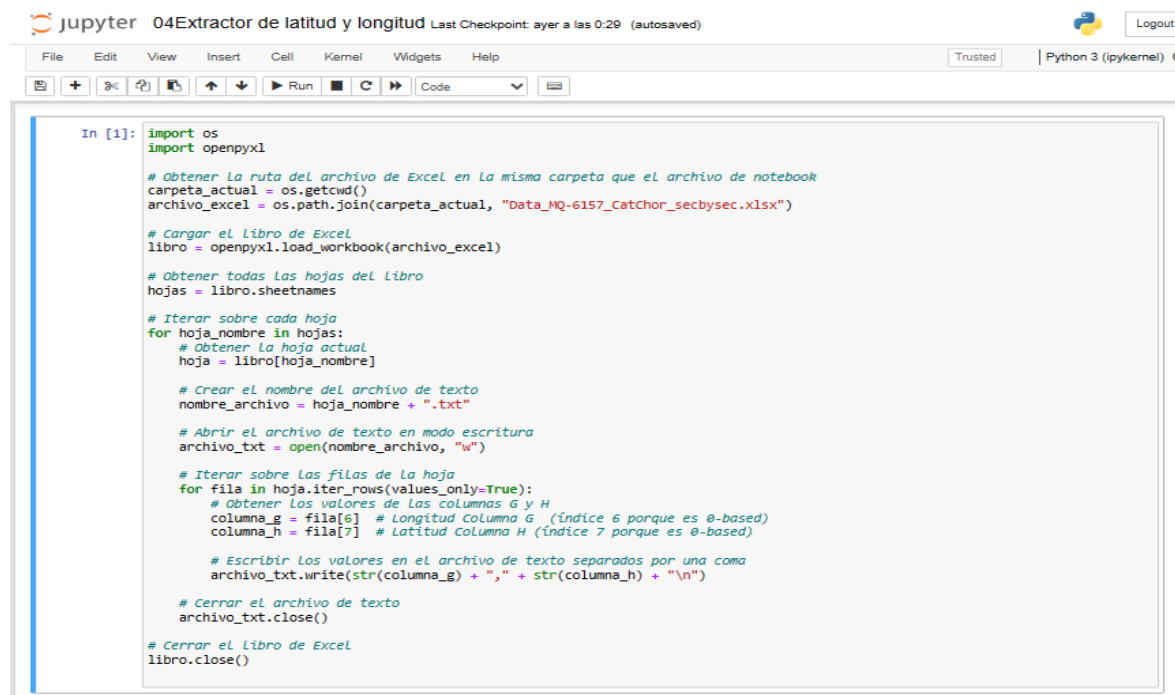
Name	Last Modified	File size
..	hace unos segundos	
0000	hace 3 meses	
extraidos	hace 3 meses	
old	hace 18 horas	
venv	hace 3 meses	
02concat_data 2.ipynb	hace 31 minutos	11.2 kB
03Cod_secbysec.ipynb	hace 26 minutos	118 kB
<b>04Extractor de latitud y longitud.ipynb</b>	Running hace 2 días	2.27 kB

Tomado de: Jupyter.

**Código 4:** Con la ejecución del código 4 se extrajo un archivo en formato ".txt", con los datos de longitud y latitud correspondientes a cada pestaña del libro de Excel.

**Figura 31**

### Ejecución del Código 4



```

In [1]: import os
import openpyxl

# Obtener La ruta del archivo de Excel en La misma carpeta que el archivo de notebook
carpeta_actual = os.getcwd()
archivo_excel = os.path.join(carpeta_actual, "Data_MQ-6157_CatChor_secbysec.xlsx")

# Cargar el Libro de Excel
libro = openpyxl.load_workbook(archivo_excel)

# Obtener todas Las hojas del Libro
hojas = libro.sheetnames

# Iterar sobre cada hoja
for hoja_nombre in hojas:
    # Obtener La hoja actual
    hoja = libro[hoja_nombre]

    # Crear el nombre del archivo de texto
    nombre_archivo = hoja_nombre + ".txt"

    # Abrir el archivo de texto en modo escritura
    archivo_txt = open(nombre_archivo, "w")

    # Iterar sobre Las filas de La hoja
    for fila in hoja.iter_rows(values_only=True):
        # Obtener Los valores de Las columnas G y H
        columna_g = fila[6] # Longitud Columna G (índice 6 porque es 0-based)
        columna_h = fila[7] # Latitud Columna H (índice 7 porque es 0-based)

        # Escribir Los valores en el archivo de texto separados por una coma
        archivo_txt.write(str(columna_g) + "," + str(columna_h) + "\n")

    # Cerrar el archivo de texto
    archivo_txt.close()

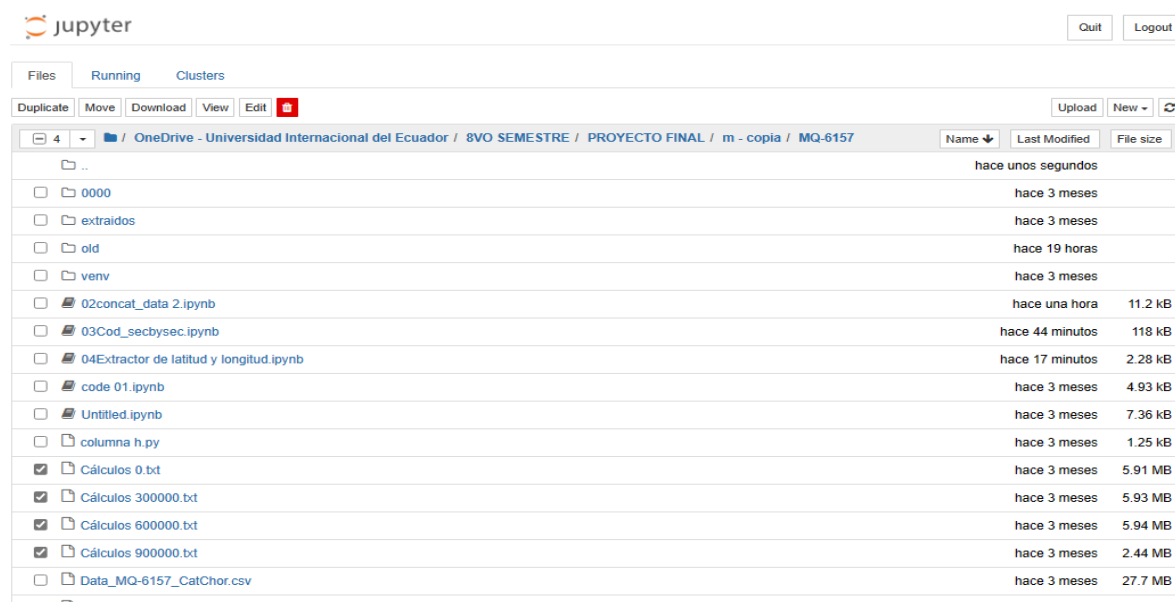
# Cerrar el Libro de Excel
libro.close()

```

Tomado de: Jupyter.

**Figura 32**

### Archivos “.txt” Generados



Name	Last Modified	File size
..	hace unos segundos	
0000	hace 3 meses	
extraidos	hace 3 meses	
old	hace 19 horas	
venv	hace 3 meses	
02concat_data 2.ipynb	hace una hora	11.2 kB
03Cod_secbysec.ipynb	hace 44 minutos	118 kB
04Extractor de latitud y longitud.ipynb	hace 17 minutos	2.28 kB
code 01.ipynb	hace 3 meses	4.93 kB
Untitled.ipynb	hace 3 meses	7.36 kB
columna h.py	hace 3 meses	1.25 kB
<input checked="" type="checkbox"/> Cálculos 0.txt	hace 3 meses	5.91 MB
<input checked="" type="checkbox"/> Cálculos 300000.txt	hace 3 meses	5.93 MB
<input checked="" type="checkbox"/> Cálculos 600000.txt	hace 3 meses	5.94 MB
<input checked="" type="checkbox"/> Cálculos 900000.txt	hace 3 meses	2.44 MB
Data_MQ-6157_CatChor.csv	hace 3 meses	27.7 MB

Tomado de: Jupyter.

En la página "GPS Visualizer" se dio clic en la opción "Convert a file" y se seleccionó los parámetros de altitud y pendiente. Para esto, se activó el casillero denominado "Pendiente" y se eligió la opción "Mejor Dato Disponible" en el campo "Dato de elevación", con el fin de lograr una mayor precisión en los resultados.

En la plataforma se ingresaron los archivos en formato ".txt" individualmente, una vez finalizada la carga de los archivos se dio clic en el botón "Convertir" para que la plataforma realice el procesamiento y devuelva los valores de altitud y pendiente correspondientes a cada conjunto de coordenadas.

**Figura 33**

*Sítio Web GPS Visualizer*

**GPS Visualizer** MAKE A MAP - Leaflet/Google - Google Earth - JPG/PNG/SVG MAKE A PROFILE - CONVERT A FILE - Draw on a map - Calculators Geocode addresses - Look up elevations - Atlas: Share a map - GPSTabel Examples - Help/FAQ - About GPSV

**Convert a GPS file to plain text or GPX**  
 This form reads a tracklog or waypoint file (in a recognized format) or plain-text tabular data, and converts it to an easy-to-read tab-delimited or CSV text file, or to a GPX file.

- Addresses:** If you want to find the coordinates of a list of street addresses, it may be easier to use the [geocoding utilities](#). If, however, you have ZIP codes, postal codes, or cities & states, this form is the right tool to use -- but be sure to include a valid header row! (See the [waypoint tutorial](#) for more info.)
- Google Earth:** If you want to generate a KML or KMZ file for Google Earth, use the [Google Earth mapping form](#).
- Leaflet/Google Maps:** To generate an HTML map, use the [Leaflet](#) or [Google Maps](#) form.
- Non-compatible formats:** If this conversion program cannot read your file, it's possible that [GPSTabel](#) will be able to. (GPSTabel also has a wider range of output formats.)

Output format:  Plain text  GPX  Google Earth KML

Upload your files here: (10 MB max. total size, .zip/.gz is supported)

File #1	Elegir archivos	Cálculos 0.txt	X
File #2	Elegir archivos	No se eligió ningún archivo	X
File #3	Elegir archivos	No se eligió ningún archivo	X

[Show more file boxes](#)

Or paste your data here:

Force text data to be this type:

Or provide the URL of a file on the Web:

Plain text delimiter:  Plain text output units:

Add estimated fields:  speed  heading  slope (%)  distance  VMG  pace

Add DEM elevation data:

[Save these settings](#) • [Load from saved](#)

[\[+\] show advanced options](#)

[Donate](#)

**Help keep GPS Visualizer free**  
 At the moment, I'm not charging anything for the use of GPS Visualizer; however, if you find it interesting, time-saving, or just plain fun, you can say "thanks" -- and encourage further development -- by clicking the button above and making a contribution via PayPal. Or if you prefer, you could send me something from my [Amazon.com wish list](#).

[Return to the main GPS Visualizer page](#)

©2003-2019 Adam Schneider, adam@gpsvisualizer.com. [Privacy Policy](#)

Tomado de: Plataforma GPS Visualizer.

Una vez que los resultados de altitud y pendiente son mostrados por la plataforma "GPS Visualizer", estos valores se incorporan al archivo de Excel el mismo que contiene los registros de telemetría. La inclusión de estos datos es esencial, ya que fueron utilizados para el cálculo de la demanda energética del motor.

Figura 34

Resultado de Datos

GPS Visualizer output

Your data has been converted to plain text. If something doesn't look like you expected it to, please [send an email to bugs-10+20230806203959-44169@gpsvisualizer.com](mailto:bugs-10+20230806203959-44169@gpsvisualizer.com).

Right-click on the [following link](#) to download the file to your hard drive; you may want to give it a more sensible name.

[Download 20230806203959-44169-data.txt](#)

Donate Help keep GPS Visualizer free  
 If you're enjoying GPS Visualizer, please support further development by making a contribution via PayPal or checking out my Amazon.com wish list.

The contents of your file are also [displayed](#) in this box, if you'd rather cut and paste:

type	latitude	longitude	altitude (m)	slope (%)	distance (km)
distance_interval (m)					
T	-2.049230000	-79.903180000	15.1	0.000	Cálculos 0
T	-2.049230000	-79.903180000	15.1	0.000	0.00
T	-2.049230000	-79.903180000	15.1	0.000	0.00
T	-2.049210000	-79.903180000	15.3	9.1	0.002 2.21
T	-2.049200000	-79.903180000	15.4	9.0	0.003 1.11
T	-2.049180000	-79.903180000	15.6	9.1	0.006 2.21
T	-2.049170000	-79.903180000	15.7	9.1	0.007 1.11
T	-2.049150000	-79.903180000	15.8	2.7	0.009 2.21
T	-2.049120000	-79.903200000	15.7	-0.9	0.013 3.99
T	-2.049100000	-79.903210000	15.7	-0.1	0.015 2.48

Map this data: [Leaflet](#), [Google Maps](#), [Google Earth](#), [JPEG map](#), [SVG map](#), or [elevation profile](#) — or go to the [map form](#) to set options

Activar Windows  
 Ve a Configuración para activar W

Tomado de: Plataforma GPS Visualizer.

Dado que la plataforma "GPS Visualizer" proporciona el valor de pendiente en forma de porcentaje, se realizó un cálculo adicional para convertir la pendiente del terreno de porcentaje a radianes. Esta conversión se llevó a cabo empleado la fórmula matemática " $=\text{atan}((\text{valor pendiente}\%)/100)$ ".

Figura 35

Libro Listo para el Análisis

	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	Q	R	S	T	U	V	
	DeviceName	No. de viaje	Accum Time	Delta time [s]	Effective Accum Time	Speed [m/s]	Longitud	Latitud	hustible	Acumulado	Delta fuel [l]	Accum fuel [l]	V_dot [l/s]	Accel [m/s^2]	x [m]	x accum [km]	altitude [masl]	road grade [rad]	Speed [km/h]
2	MQ-6157 Sah	1	0	1	0	0.277777778	-79.9032	-2.049	551.24	0	0	0	0	0	0	15.1	0	1	
3	MQ-6157 Sah	1	1	1	1	0.277777778	-79.9032	-2.049	551.24	0	0	0	0	0	0	15.1	0	1	
4	MQ-6157 Sah	1	2	1	2	0.277777778	-79.9032	-2.049	551.24	0	0	0	0.194	0.52	0.001	15.1	0	1	
5	MQ-6157 Sah	1	3	1	3	0.666666667	-79.9032	-2.049	551.24	0	0	0	0.421	0.72	0.001	15.3	0.09075005	2.4	
6	MQ-6157 Sah	1	4	1	4	1.055555556	-79.9032	-2.049	551.24	0	0	0	0.389	1.06	0.002	15.4	0.089758174	3.8	
7	MQ-6157 Sah	1	5	1	5	1.444444444	-79.9032	-2.049	551.24	0	0	0	0.389	1.44	0.004	15.6	0.09075005	5.2	
8	MQ-6157 Sah	1	6	1	6	1.833333333	-79.9032	-2.049	551.24	0	0	0	0.384	1.84	0.006	15.7	0.09075005	6.6	
9	MQ-6157 Sah	1	7	1	7	2.222222222	-79.9032	-2.049	551.24	0	0	0	0.417	2.26	0.008	15.8	0.026993442	8	
10	MQ-6157 Sah	1	8	1	8	2.666666667	-79.9032	-2.049	551.24	0	0	0	0.449	2.67	0.011	15.7	-0.008999757	9.6	
11	MQ-6157 Sah	1	9	1	9	3.111111111	-79.9032	-2.049	551.24	0	0	0	0.444	3.11	0.014	15.7	-0.001	11.2	
12	MQ-6157 Sah	1	10	1	10	3.555555556	-79.9032	-2.049	551.24	0	0	0	0.444	3.56	0.017	15.7	-0.002999991	12.8	
13	MQ-6157 Sah	1	11	1	11	4	-79.9032	-2.049	551.24	0	0	0	0.477	3.95	0.021	15.7	0.004999958	14.4	
14	MQ-6157 Sah	1	12	1	12	4.444444444	-79.9033	-2.049	551.24	0	0	0	0.25	4.2	0.025	15.7	0.003999979	16	
15	MQ-6157 Sah	1	13	1	13	4.5	-79.9033	-2.049	551.24	0	0	0	0.023	4.45	0.03	15.6	-0.025994144	16.2	
16	MQ-6157 Sah	1	14	1	14	4.555555556	-79.9033	-2.049	551.24	0	0	0	0.056	4.56	0.034	15.5	-0.020996914	16.4	
17	MQ-6157 Sah	1	15	1	15	4.611111111	-79.9034	-2.049	551.24	0	0	0	0.056	4.61	0.039	15.6	0.004999958	16.6	
18	MQ-6157 Sah	1	16	1	16	4.666666667	-79.9034	-2.049	551.24	0	0	0	0.078	4.63	0.044	15.6	0.004999958	16.8	
19	MQ-6157 Sah	1	17	1	17	4.722222222	-79.9035	-2.049	551.24	0	0	0	-0.08	4.55	0.048	15.6	0.004999958	17	
20	MQ-6157 Sah	1	18	1	18	4.50617284	-79.9035	-2.049	551.24	0	0	0	-0.239	4.47	0.053	15.6	-0.009996667	16.22	
21	MQ-6157 Sah	1	19	1	19	4.290123457	-79.9035	-2.049	551.24	0	0	0	-0.216	4.29	0.057	15.5	-0.008999757	15.44	
22	MQ-6157 Sah	1	20	1	20	4.074074074	-79.9036	-2.049	551.24	0	0	0	-0.216	4.07	0.061	15.5	-0.011999424	14.67	
23	MQ-6157 Sah	1	21	1	21	3.858024691	-79.9036	-2.049	551.24	0	0	0	-0.216	3.86	0.065	15.5	-0.005999928	13.89	
24	MQ-6157 Sah	1	22	1	22	3.641975309	-79.9036	-2.049	551.24	0	0	0	-0.216	3.64	0.068	15.4	-0.004999958	13.11	
25	MQ-6157 Sah	1	23	1	23	3.425925926	-79.9036	-2.049	551.24	0	0	0	-0.216	3.43	0.072	15.4	-0.003999979	12.33	
26	MQ-6157 Sah	1	24	1	24	3.209876543	-79.9037	-2.049	551.24	0	0	0	-0.216	3.21	0.075	15.4	-0.006999886	11.56	
27	MQ-6157 Sah	1	25	1	25	2.99382716	-79.9037	-2.049	551.24	0	0	0	-0.176	2.93	0.078	15.3	-0.022995946	10.78	
28	MQ-6157 Sah	1	26	1	26	2.777777778	-79.9037	-2.049	551.24	0	0	0	-0.455	2.48	0.081	15.2	-0.032988029	10	
29	MQ-6157 Sah	1	27	1	27	2.083333333	-79.9037	-2.049	551.24	0	0	0	-0.734	2.02	0.083	15.1	-0.044966662	7.5	
30	MQ-6157 Sah	1	28	1	28	1.388888889	-79.9037	-2.049	551.24	0	0	0	-0.694	1.39	0.084	15	-0.045967596	5	
31	MQ-6157 Sah	1	29	1	29	0.694444444	-79.9038	-2.049	551.24	0	0	0	-0.76	0.79	0.085	14.9	-0.044966662	2.5	
32	MQ-6157 Sah	1	30	1	30	0	-79.9038	-2.049	551.24	0	0	0	-0.302	0.49	0.085	14.8	-0.043971638	0	

Tomado de: Microsoft Office

Con los datos obtenidos se elaboró un archivo de rendimiento de combustible. Este nuevo libro contendrá los rendimientos de cada viaje, calculados en base a la distancia recorrida y el consumo de combustible generado por los códigos ejecutados.

## Capítulo IV

### Análisis de Resultados de Investigación

#### 4.1. Consumo de Combustible Obtenidos

Con los datos obtenidos a partir de la aplicación de los códigos en el capítulo anterior, se procede a incorporar la información relacionada con los viajes en la tabla de consumos: los nombres de los camiones, la cantidad de viajes realizados y el kilometraje recorrido, indicando si fue con carga o sin carga. Se utilizo abreviaturas para representar los trayectos de ida sin carga, se utilizó las siglas "RI", mientras que las siglas "RR" se empleó para denotar los trayectos de vuelta con carga. Los resultados de los consumos se expresaron en unidades de litro/100 km.

**Figura 36**

*Tabla de Consumos*

	A	B	C	D	I	J	N	U	V	W	X
1	Camion	Fecha	No. de viaje	Viaje	Longitud	Latitud	Litros	L/100km	km	altitud [masl]	road grade [rad]
2	MQ-6157 Sahona	19/2/2022	1	Ida	-80,72686	-0,94019	54,89	27,445	194,407	7,6	-0,007999829
3	MQ-6157 Sahona	19/2/2022	2	Regreso	-79,90751	-2,14671	105,51	52,755	203,569	11	0
4	MQ-6157 Sahona	22/2/2022	3	Ida	-80,72688	-0,94016	64,36	32,18	192,664	7,6	-0,020996914
5	MQ-6157 Sahona	22/2/2022	4	Regreso	-79,92113	-2,1409	111,67	55,835	203,426	18,9	0,015998635
6	MQ-6157 Sahona	8/3/2022	5	Ida	-80,72678	-0,94021	68,13	34,065	194,194	7,6	0
7	MQ-6157 Sahona	8/3/2022	6	Regreso	-79,90768	-2,14628	111,19	55,595	202,017	9,4	0
8	MQ-6157 Sahona	21/3/2022	7	Ida	-80,72684	-0,94021	67,66	33,83	194,802	7,7	-0,018997714
9	MQ-6157 Sahona	21/3/2022	8	Regreso	-79,90766	-2,14577	68,14	34,07	203,071	8	0,003999979
10	MQ-6157 Sahona	5/4/2022	9	Ida	-80,72688	-0,94021	66,72	33,36	198,143	7,7	-0,018997714
11	MQ-6157 Sahona	13/4/2022	10	Ida	-80,72704	-0,94034	66,24	33,12	196,633	8,1	-0,016998363
12	MQ-6157 Sahona	13/4/2022	11	Regreso	-79,90774	-2,14674	104,1	52,05	203,965	10,4	-0,005999928
13	MQ-6157 Sahona	4/5/2022	12	Ida	-80,72691	-0,94052	78,08	39,04	193,702	8,4	-0,017998056
14	MQ-6157 Sahona	4/5/2022	13	Regreso	-79,90748	-2,14674	124,45	62,225	204,171	10,9	-0,051953207
15	MQ-6157 Sahona	5/5/2022	14	Ida	-80,72691	-0,94042	93,22	46,61	232,075	8,2	-0,016998363
16	MQ-6157 Sahona	25/5/2022	15	Ida	-80,72	-0,94943	65,29	32,645	197,372	4,3	0
17	MQ-6157 Sahona	7/6/2022	16	Ida	-80,72673	-0,94019	55,36	27,68	193,334	7,5	-0,020996914
18	MQ-6157 Sahona	7/6/2022	17	Regreso	-79,90776	-2,14648	110,73	55,365	202,027	9,8	0,016998363
19	MQ-6157 Sahona	8/6/2022	18	Ida	-80,72688	-0,94021	66,24	33,12	210,739	7,7	-0,018997714
20	MQ-6157 Sahona	14/6/2022	19	Ida	-80,72686	-0,94021	67,65	33,825	198,096	7,7	-0,018997714
21	MQ-6157 Sahona	14/6/2022	20	Regreso	-79,90845	-2,14633	117,36	58,68	220,06	8,7	-0,003999979
22	MQ-6157 Sahona	15/6/2022	21	Ida	-80,72686	-0,94021	69,09	34,545	198,233	7,7	0
23	MQ-6157 Sahona	15/6/2022	22	Regreso	-79,90804	-2,14638	103,15	51,575	217,788	9,1	0,013999085
24	MQ-6157 Sahona	21/6/2022	23	Ida	-80,72688	-0,94021	56,77	28,385	193,19	7,7	-0,018997714
25	MQ-6157 Sahona	21/6/2022	24	Regreso	-79,90558	-2,09783	103,15	51,575	198,996	6,6	-0,001

Tomada de: Procesamiento de información

**Figura 37***Datos de Consumo de Combustible l/100 km*

MQ-6157		MQ-6159		MQ-6160		MQ-6161		MQ-6162	
RI	RR	RI	RR	RI	RR	RI	RR	RI	RR
27,45	34,07	29,58	42,59	51,58	40,93	30,52	52,99	26,02	23,90
27,68	51,58	30,76	43,54	37,39	43,06	31,02	53,00	27,21	33,84
32,18	51,58	32,18	45,90	37,15	46,37	32,41	53,70	31,71	48,27
32,65	52,05	32,89	48,74	36,91	51,81	33,13	54,90	32,42	52,76
33,12	52,76	34,78	53,00	34,78	52,05	33,83	55,60	32,89	53,47
33,12	54,42	35,02	53,23	34,78	52,53	35,04	58,20	33,13	53,47
33,36	55,37	35,02	53,71	34,31	54,65	35,49	58,91	33,13	54,18
33,83	55,60	35,73	53,94	34,30	55,60	36,44	59,62	34,30	55,60
33,83	55,84	36,20	55,36	32,65	56,07	37,15	60,33	35,25	56,07
34,07	58,68	37,86	57,02	32,18	58,67	37,86	69,56	35,49	58,91
34,55	62,23	39,28	57,26	29,81	61,99	39,04	72,16	42,34	65,06
39,04	73,58	39,99	58,68	29,81	64,59	44,48	76,42	49,45	71,68
46,61	74,76	41,17	66,48	27,92	67,19	52,52	76,89	67,35	50,46

Tomada de: Procesamiento de información

**4.2. Explicación de Consumo a partir del Diagrama de Caja y Bigote (l/100 km)**

En el diagrama de caja y bigote se visualiza los patrones de consumo de combustible en los viajes de ida y vuelta de cada vehículo objeto de estudio. A partir de la información estadística presentada en el diagrama de caja se puede determinar que camiones en los viajes de ida al Puerto de Manta consumen menos combustible en relación con el viaje de retorno, esta se da por la carga con la que se movilizandó dado que en la ida lo hacen sin carga y al regreso se transporta con diferentes kilogramos de carga, por lo que se infiere que el peso de la carga influye significativamente en el consumo.

Para calcular de manera precisa se utilizó la ecuación 1 de diferencia en el consumo de combustible, empleando los valores del cuartil dos correspondientes a los viajes realizados, considerando tanto los viajes con y sin carga.

$$Diferencia = RR - RI \quad (1)$$

Donde:

RI: Ruta de ida

RR: Ruta de regreso

D: Diferencia de consumo

DRR: Variación de consumo con respecto a la ruta RI

### Figura 38

#### Resumen de Datos Estadísticos

	MQ-6157		MQ-6159		MQ-6160		MQ-6161		MQ-6162	
	RI	RR	RI	RR	RI	RR	RI	RR	RI	RR
Minimo	27,45	34,07	29,58	42,59	27,92	40,93	30,52	52,99	26,02	23,90
Q1	32,65	52,05	32,89	48,74	32,18	51,81	33,13	54,90	32,42	50,46
Q2	33,36	55,37	35,02	53,71	34,31	54,65	35,49	58,91	33,13	53,47
Q3	34,07	58,68	37,86	57,02	36,91	58,67	37,86	69,56	35,49	56,07
Maximo	46,61	74,76	41,17	66,48	51,58	67,19	52,52	76,89	67,35	71,68

Tomada de: Procesamiento de información

Cálculo de consumo del camión MQ-6157

$$D = 56.34 \frac{l}{100 \text{ km}} - 33.96 \frac{l}{100 \text{ km}}$$

$$D = 22.38 \frac{l}{100 \text{ km}}$$

$$D_{RV} = \frac{D}{RI}$$

$$D_{RR} = \frac{22.38}{33.96} \frac{l}{100 \text{ km}}$$

$$D_{RR} = 65.9 \%$$

Cálculo de consumo del camión MQ-6159

$$D = 53.03 \frac{l}{100 \text{ km}} - 35.42 \frac{l}{100 \text{ km}}$$

$$D = 17.61 \frac{l}{100 \text{ km}}$$



$$D_{RV} = \frac{D}{RI}$$

$$D_{RR} = \frac{17.61}{35.42} \frac{l}{100 \text{ km}}$$

$$D_{RR} = 49.7 \%$$

Cálculo de consumo del camión MQ-6160

$$D = 54.27 \frac{l}{100 \text{ km}} - 34.89 \frac{l}{100 \text{ km}}$$

$$D = 19.38 \frac{l}{100 \text{ km}}$$

$$D_{RV} = \frac{D}{RI}$$

$$D_{RR} = \frac{19.38}{34.89} \frac{l}{100 \text{ km}}$$

$$D_{RR} = 55.5 \%$$

Cálculo de consumo del camión MQ-6161

$$D = 61.71 \frac{l}{100 \text{ km}} - 36.84 \frac{l}{100 \text{ km}}$$

$$D = 24.87 \frac{l}{100 \text{ km}}$$

$$D_{RV} = \frac{D}{RI}$$

$$D_{RR} = \frac{24.87}{36.84} \frac{l}{100 \text{ km}}$$

$$D_{RR} = 67.5 \%$$

Cálculo de consumo del camión MQ-6162

$$D = 52.13 \frac{l}{100 \text{ km}} - 36.97 \frac{l}{100 \text{ km}}$$

$$D = 15.16 \frac{l}{100 \text{ km}}$$

$$D_{RV} = \frac{D}{RI}$$

$$D_{RR} = \frac{15.16}{36.97} \frac{l}{100 km}$$

$$D_{RR} = 41 \%$$

Como se puede observar en la tabla 4, el análisis de los patrones de variación del consumo de combustible de los distintos camiones demuestra que el vehículo MQ-6161 experimentó un aumento significativo en el consumo de combustible, y el camión MQ-6162 reporta el menor consumo.

**Tabla 4**

*Variación de Consumo de Combustible*

	<b>MQ-6157</b>	<b>MQ-6159</b>	<b>MQ-6160</b>	<b>MQ-6161</b>	<b>MQ-6162</b>
<b>Diferencia</b>					
<b>(l/100 km)</b>	22.38	17.61	19.38	24.87	15.16
<b>Aumento %</b>	65.9	49.7	55.5	67.5	41

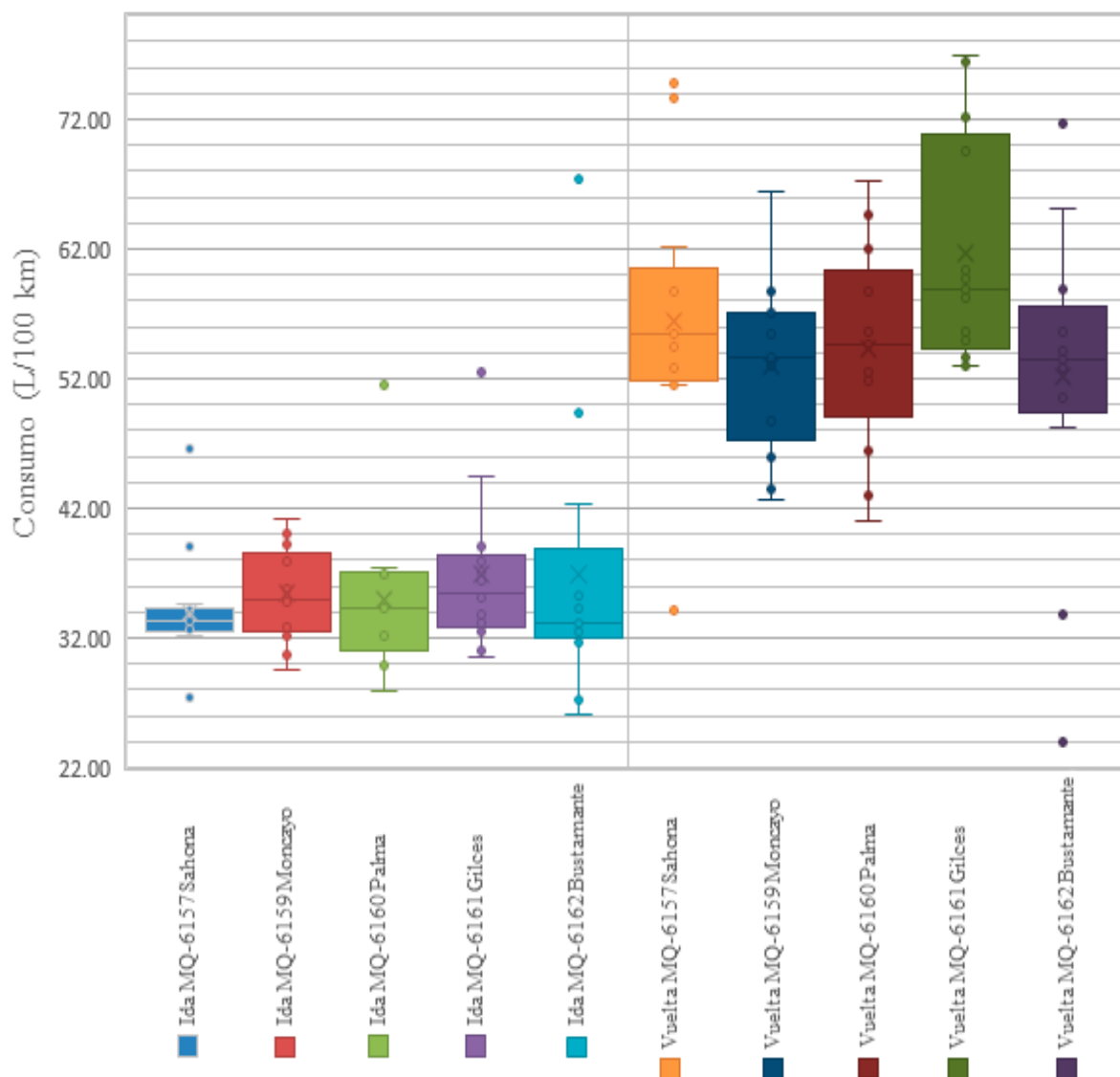
Tomada de: Investigación de campo

A continuación, por medio del diagrama de caja y bigote se ilustra el consumo de combustible de la flota de camiones objeto de estudio. En el eje horizontal se presenta la información de los 5 camiones, mientras que el eje vertical se reporta el consumo de combustible en litros por cada 100 kilómetros recorridos. Las cajas están divididas en dos partes, una correspondiente a los viajes de ida (RI) y la otra a los viajes de vuelta (RR).

Este diagrama permite identificar patrones de consumo de combustible, así como comparar los rendimientos entre los camiones de la flota. Es importante considerar que la gráfica se construye a partir de cinco medidas estadísticas (mediana, cuartil 1 y 2, valor máximo y mínimo) que permiten una comprensión visual rápida de las variaciones en el consumo de combustible en distintas condiciones de viaje.

**Figura 39**

*Diagrama de Caja y Bigotes de Patrones de Consumo de Combustible*



Tomada de: Procesamiento de información

#### 4.3. Estimación de Dióxido de Carbono en Base al Consumo de Combustible

Para la aplicación del Índice de Emisiones que se fundamenta en las propiedades energéticas del diésel comercializado en Ecuador. Se aplicó la ecuación 2, que se basa en el principio del factor de emisión. Mediante esta ecuación, el factor de emisión del diésel, expresado inicialmente en masa del contaminante por unidad energética del combustible, se convertirá a masa del contaminante por unidad de volumen, específicamente litros (l), que es la medida natural en la que se encuentra y se cuantifica el combustible.

F.E: Factor de emisión (KgCO<sub>2</sub> / TJ)

L.H.V: Poder calorífico inferior (TJ / Gg)

ρ: Densidad (t / m<sup>3</sup>)

I.E: Índice de emisiones (gCO<sub>2</sub> / l)

E: Cantidad de Emisiones (tCO<sub>2</sub> / año)

T.E: Total de emisiones (tCO<sub>2</sub> / año)

RI: Ruta de ida

RR: Ruta de vuelta

$$I.E = LHV \times F.E \times \rho \quad (2)$$

$$I.E = \frac{41.8 \text{ Tj}}{\text{Gg}} \times \frac{74100 \text{ KgCO}_2}{\text{TJ}} \times \frac{0.88 \text{ t}}{\text{m}^3} \times \frac{1 \text{ Gg}}{1000 \text{ l}}$$

$$I.E = 2725.7 \frac{\text{KgCO}_2}{\text{m}^3} \times \frac{\text{m}^3}{1000 \text{ l}} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ Kg}}$$

$$I.E = 2725.7 \frac{\text{gCO}_2}{\text{l}}$$

#### 4.4.Cálculo de Emisiones Ruta de Ida

La ruta de ida (RI) correspondió al trayecto comprendido entre Equitransa Montebeluno - Puerto de Manta, en el transporte de esta ruta las unidades de la flota realizaron el viaje sin carga, recorriendo aproximadamente 198,99 km en promedio. Analizando la media de consumo se procedió con el cálculo correspondiente a cada camión, estimando la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> que estos producen al año.

Camión MQ-6157 Sahona

$$\text{Media de consumo} = 33.96 \frac{\text{l}}{100 \text{ km}}$$

$$E = \text{Media de consumo} * I.E$$

$$E = 33.96 \frac{\text{l}}{100 \text{ km}} * \frac{2725.7 \text{ gCO}_2}{\text{l}}$$

$$E = 925.62 \frac{gCO_2}{km} * \frac{200km}{viaje} * \frac{30 viajes}{año} * \frac{1 t}{1000000 g}$$

$$E = 55.53698 \frac{tCO_2}{año}$$

Camión MQ-6159 Moncayo

$$Media de consumo = 35.42 \frac{l}{100 km}$$

$$E = Media de consumo * I.E$$

$$E = 35.42 \frac{l}{100 km} * \frac{2725.7 gCO_2}{l}$$

$$E = 965.33 \frac{kgCO_2}{km} * \frac{200km}{viaje} * \frac{15 viajes}{año} * \frac{1 t}{1000000 g}$$

$$E = 28.95983 \frac{tCO_2}{año}$$

Camión MQ-6160 Palma

$$Media de consumo = 34.89 \frac{l}{100 km}$$

$$E = Media de consumo * I.E$$

$$E = 34.89 \frac{l}{100 km} * \frac{2725.7 gCO_2}{l}$$

$$E = 950.93 \frac{kgCO_2}{km} * \frac{200km}{viaje} * \frac{22 viajes}{año} * \frac{1 t}{1000000 g}$$

$$E = 41.84109 \frac{tCO_2}{año}$$

Camión MQ-6161 Gilces

$$Media de consumo = 36.84 \frac{l}{100 km}$$

$$E = Media de consumo * I.E$$

$$E = 36.84 \frac{l}{100 km} * \frac{2725.7 gCO_2}{l}$$

$$E = 1004.12 \frac{kgCO_2}{km} * \frac{200km}{viaje} * \frac{29 viajes}{año} * \frac{1 t}{1000000 g}$$

$$E = 58.23875 \frac{tCO_2}{año}$$

Camión MQ-6162 Bustamante

$$Media de consumo = 36.97 \frac{l}{100 km}$$

$$E = Media de consumo * I.E$$

$$E = 36.97 \frac{l}{100 km} * \frac{2725.7 gCO_2}{l}$$

$$E = 1007.77 \frac{kgCO_2}{km} * \frac{200km}{viaje} * \frac{23 viajes}{año} * \frac{1 t}{1000000 g}$$

$$E = 46.35737 \frac{tCO_2}{año}$$

#### 4.5.Cálculos de Emisiones Ruta de Vuelta

La ruta de vuelta (RR) correspondió al trayecto comprendido entre Puerto de Manta – Matriz IASA, en el transporte de esta ruta las unidades de la flota realizaron el viaje con carga, recorriendo aproximadamente 204,07 km en promedio. De la misma manera se realizó la estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> producida por cada camión en un año.

Camión MQ-6157 Sahona

$$Media de consumo = 56.34 \frac{l}{100 km}$$

$$E = Media de consumo * I.E$$

$$E = 56.34 \frac{l}{100 km} * \frac{2725.7 gCO_2}{l}$$

$$E = 1535.77 \frac{gCO_2}{km} * \frac{200km}{viaje} * \frac{24 viajes}{año} * \frac{1 t}{1000000 g}$$

$$E = 73.71719 \frac{tCO_2}{año}$$

Camión MQ-6159 Moncayo

$$\text{Media de consumo} = 53.03 \frac{l}{100 km}$$

$$E = \text{Media de consumo} * I.E$$

$$E = 53.03 \frac{l}{100 km} * \frac{2725.7 gCO_2}{l}$$

$$E = 1445.47 \frac{kgCO_2}{km} * \frac{200km}{viaje} * \frac{13 viajes}{año} * \frac{1 t}{1000000 g}$$

$$E = 37.58222 \frac{tCO_2}{año}$$

Camión MQ-6160 Palma

$$\text{Media de consumo} = 54.27 \frac{l}{100 km}$$

$$E = \text{Media de consumo} * I.E$$

$$E = 54.27 \frac{l}{100 km} * \frac{2725.7 gCO_2}{l}$$

$$E = 1479.18 \frac{kgCO_2}{km} * \frac{200km}{viaje} * \frac{22 viajes}{año} * \frac{1 t}{1000000 g}$$

$$E = 65.08414 \frac{tCO_2}{año}$$

Camión MQ-6161 Gilces

$$\text{Media de consumo} = 61.71 \frac{l}{100 km}$$

$$E = \text{Media de consumo} * I.E$$

$$E = 61.71 \frac{l}{100 km} * \frac{2725.7 gCO_2}{l}$$

$$E = 1682.09 \frac{kgCO_2}{km} * \frac{200km}{viaje} * \frac{29 viajes}{año} * \frac{1 t}{1000000 g}$$

$$E = 97.56136 \frac{tCO_2}{año}$$

Camión MQ-6162 Bustamante

$$\text{Media de consumo} = 52.13 \frac{l}{100 \text{ km}}$$

$$E = \text{Media de consumo} * I.E$$

$$E = 52.13 \frac{l}{100 \text{ km}} * \frac{2725.7 \text{ gCO}_2}{l}$$

$$E = 1420.80 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{km}} * \frac{200\text{km}}{\text{viaje}} * \frac{16 \text{ viajes}}{\text{año}} * \frac{1 \text{ t}}{1000000 \text{ g}}$$

$$E = 45.46548 \frac{\text{tCO}_2}{\text{año}}$$

#### 4.6. Sumatoria de Emisiones

Luego de efectuar los cálculos de emisiones para cada camión en las RI y RR, se procede a realizar la sumatoria de los resultados empleando la ecuación 3. El valor resultante se expresará en toneladas de dióxido de carbono por año.

$$T.E = \Sigma E \quad (3)$$

$$T.E = 550.34 \frac{\text{tCO}_2}{\text{año}}$$

#### 4.7. Análisis de Resultados

Se realizó el análisis de CO<sub>2</sub> en relación con el consumo de combustible en rango de (1/100km) donde se determinó que es de 550.34 (tCO<sub>2</sub>) este dato fue obtenido a partir de la investigación de campo realizada a los cinco camiones que contaban con el dispositivo Geotab, la ruta analizada fue “Equitransa Montebeluno a Puerto de Manta” y viceversa.

Entre los principales resultados se determinó que mientras mayor es el peso bruto que transportan los camiones lo que se traduce en un aumento del consumo. El torque y la potencia del motor lo asimila como necesidad de obtener un incremento en el suministro de combustible, tal y como lo indica el diagrama de caja y bigote. Donde se visualiza que el camión MQ-6161 presenta un crecimiento energético de regreso con carga del 67.5% seguido del MQ-6157 donde se presenció un aumento del 65.9%.



Con el objetivo de poder obtener datos claros y concisos, se implementó el cálculo de índice de emisiones, el mismo que nos proporcionó una idea más certera de la estimación. Dentro de la ecuación aplicada incluímos poder calorífico, factor de emisión y densidad brindándonos un resultado de 2725.7 gCO<sub>2</sub>/l. En la sumatoria de emisiones, luego de efectuar todos los cálculos a través de rutas de ida y regreso, obtuvimos  $550.34 \frac{tCO_2}{año}$  por cada año transcurrido.

## Conclusiones

A partir de la recolección de datos correspondiente al estudio de la flota de camiones de carga pesada, se pudieron obtener datos relevantes con respecto al consumo de combustible en relación con las emisiones de CO<sub>2</sub>. Una vez realizado los diferentes cálculos para la estimación de emisiones se ha podido obtener datos sumamente relevantes los cuales son indispensables para

Para poder lograrlo, se han insertado ecuaciones, detallando al inicio las emisiones como masa de contaminante por unidad energética, para luego realizar la conversión de contaminando por unidad de volumen (Litro), la cual manejamos como unidad de medida para el combustible.

Al obtener datos en pequeñas unidades de tiempo y plataformas que complementan el dispositivo telemático nos ha posibilitado que los resultados sean aún más precisos. La demanda energética del motor viene directamente enlazada a dos importantes datos los cuales son: Altitud y Pendiente, sin estos datos esenciales no podríamos llevar a cabo el estudio.

Mediante la sustracción completa de datos técnicos de los camiones que integran la flota, se pudo determinar que todos utilizan el mismo tipo de motor, por lo tanto, la variabilidad de los resultados se da más por el peso ya que la ruta es la misma para todos.

### **Recomendaciones**

Gracias al presente proyecto realizado se lo puede determinar como una guía o base para poder estimar emisiones de dióxido de carbono en base al consumo de combustible para otras flotas de transportes. Se debe de tener en consideración que, para realizar una estimación correcta y lo más precisa posible se debe de tener en cuenta todas las aristas posibles como, ruta, peso, datos específicos del transporte.

Para poseer precisión, las interpretaciones de consumo de dióxido de carbono tienen que estar ligadas a la realidad de aquella flota en estudio, no puede venir a datos obtenidos de páginas web. Como recomendación no menos importante para optimizar el desempeño de la flota operativa se tiene que siempre tener a la mano un plan de mantenimiento el cual nos garantice el buen funcionamiento en todo momento para así minimizar los costos y pérdidas por horas de trabajo.

## Bibliografía

- Ayyildiz, K., Cavallaro, F. , S. y Willenbrock, R. (2017). Reducir el consumo de combustible y las emisiones de carbono mediante la formación en conducción ecológica. *Investigación de Transporte Parte F: Psicología del Tráfico Comportamiento*, 46 , 96-110.
- Bousonville, T. , Dirichs, M. y Krüger, T. (septiembre de 2019). Estimación del consumo de combustible de camiones con aprendizaje automático mediante telemática, topología y datos meteorológicos. En 2019 *Conferencia Internacional de Ingeniería Industrial y Gestión de Sistemas (IESM)*
- Braceo, R. , Seccardini, R., De Somma, M. , Gallardo, G., Lindgärde, O., Bórgjesson, S., & Fabio, S. (2016). CONVENIENTE: *tecnologías completas de ahorro de energía del vehículo para camiones pesados*. *Transporte Investigación Procedia* , 14 , 1041- 1050.
- Diaz-Ramirez, J., Giraldo-Peralta, N., Flórez-Ceron, Dm, Rangel, V., Mejia-Argueta, C., Huertas, JI, & Bernal, M. (2017). *Factores clave de la conducción ecológica que influyen en el consumo de combustible en flotas de camiones pesados: un caso colombiano*. *Investigación de Transporte Parte D: Transporte y Medio Ambiente*, 56 , 258-270.
- Eswar, M. , Manohar, AT y Mani, A. (2018). Gestión de Flotas de Transporte Público mediante Internet de las Cosas. *Revista internacional de ingeniería tecnología*, 7 (3.12), 388.
- Farzaneh, R., Johnson, J., Jaikumar, R., Ramani, T. y Zietsman, J. (2020). Uso de datos telemáticos de vehículos para caracterizar el ralentí de camiones pesados de acarreo. *Registro de investigación de transporte*, 2674 (11), 542-553.
- Fontaras, G. , Zacharof, NG y Ciuffo, B. (2017). Consumo de combustible y emisiones de CO2 de turismos en Europa: emisiones de laboratorio frente a emisiones reales. *Progreso en ciencia de la energía y la combustión*, 60 , 97-131.

- Giraldo, M. y Huertas, JI (2019). Emisiones reales, patrones de conducción y consumo de combustible de autobuses diésel en uso que operan a gran altura. *Investigación transporte, parte D: Transporte y medio ambiente*, 77 , 21-36.
- Gohari, A. , Matori, N. , Yusof, KW, Toloue, I. y Myint, KC (2018). Efectos del aumento del precio de los combustibles en el costo de operación de los vehículos de transporte de carga. *En E3S Web de Conferencias* (Vol. 34, p. 01022). Ciencias EDP.
- Léonardi, J. y Baumgartner, M. (2004). Eficiencia de CO<sub>2</sub> en el transporte de mercancías por carretera: Status quo, medidas y potencial. *Investigación de Transporte Parte D: Transporte y Medio Ambiente* , 9 (6), 451-464.
- Mondragón, F. (2021). Ciclos del dióxido de carbono en la formación y utilización de combustibles fósiles y su efecto en el cambio climático. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 45(176), 833–849.  
<https://doi.org/10.18257/raccefyn.1364>