



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA EN PETRÓLEOS**

TEMA:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO
PARA EVALUAR LA TRANSICIÓN DEL USO DE COMBUSTIBLES A
GNV EN VEHÍCULOS TIPO SEDAN DE LA PROVINCIA DE SANTA
ELENA”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR (ES):

ALLISSON PAULETTE GILER ZAMORA

TUTOR:

ING. ROMEL ANGEL ERAZO BONE, MSc.

LA LIBERTAD, ECUADOR

2021

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN PETRÓLEO

TEMA:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO
PARA EVALUAR LA TRANSICIÓN DEL USO DE
COMBUSTIBLES A GNV EN VEHÍCULOS TIPO SEDAN DE LA
PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR:

ALLISSON PAULETTE GILER ZAMORA

TUTOR:

ING. ROMEL ANGEL ERAZO BONE, MSc.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2021

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Dra. Marllelis Gutiérrez H, PhD.
DIRECTORA DE CARRERA DE
PETRÓLEOS

Esta tesis va dedicada a:

Ing. Romel Erazo Bone, MSc.
DOCENTE TUTOR

A mis padres Celida y Juan, por estar presentes en todo el proceso, dándome consejos y ánimos para nunca rendirme.

A mis hermanos y demás familia por el apoyo moral.

A mis amigos(as), Daniela Peña y Jefferson Chiquito por haber culminado esta etapa universitaria juntos, donde siempre nos hemos apoyado psicológicamente.

Ing. Carlos Malavé Carrera.
DOCENTE ESPECIALISTA

Dra. Erica Lorenzo García, PhD.
SECRETARIA DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a:

A Dios por prestarme vida para poder realizar todas mis metas.

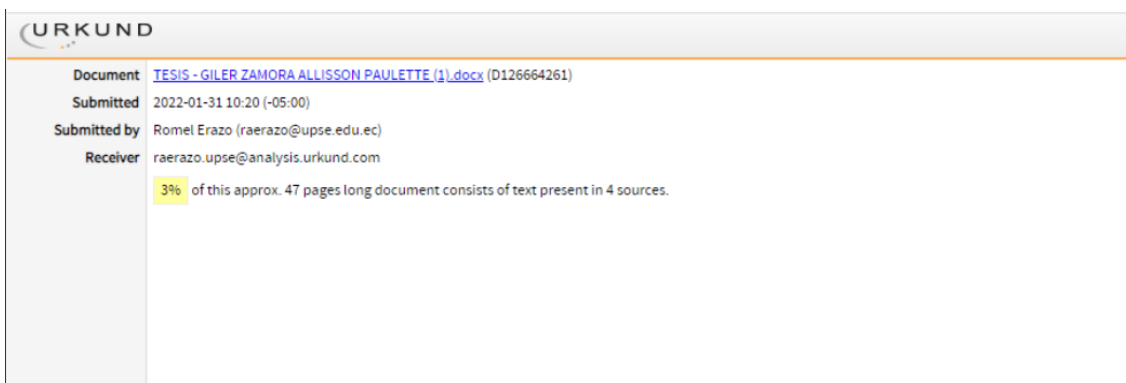
A mis padres Celida y Juan, por estar presentes en todo el proceso, dándome consejos y ánimos para nunca rendirme.

A mis hermanos y demás familia por el apoyo moral.

A mis amigos(as), Daniela Peña y Jefferson Chiquito por haber culminado esta etapa universitaria juntos, donde siempre nos hemos apoyado moral y psicológicamente para llegar hasta aquí.

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema **“IMPLEMENTACIÓN DE UN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO PARA EVALUAR LA TRANSICIÓN DEL USO DE COMBUSTIBLES A GNV EN VEHÍCULOS TIPO SEDAN DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA”** elaborado por la estudiante **ALLISSON PAULETTE GILER ZAMORA**, egresada de la carrera de **INGENIERÍA EN PETRÓLEO**, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio URKUND, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 3% de la valoración permitida.



The screenshot shows the URKUND interface with the following details:

- Document:** TESIS - GILER ZAMORA ALLISSON PAULETTE (1).docx (D126664261)
- Submitted:** 2022-01-31 10:20 (-05:00)
- Submitted by:** Romel Erazo (raerazo@upse.edu.ec)
- Receiver:** raerazo.upse@analysis.arkund.com

A yellow highlight indicates that 3% of this approx. 47 pages long document consists of text present in 4 sources.

**ROMEL
ANGEL
ERAZO
BONE**

Firmado
digitalmente por
ROMEL ANGEL
ERAZO BONE
Fecha: 2022.01.31
10:42:09 -05'00'

ING. ERAZO BONE ROMEL ANGEL, MSc.

TUTOR

C.I.: 0802990838

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, ROMEL ANGEL ERAZO BONE, MSc.
TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Yo, **ALLISSON PAULETTE GILER ZAMORA**, declaro bajo juramento que el presente trabajo de titulación denominado **"IMPLEMENTACIÓN DE UN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO PARA EVALUAR LA TRANSICIÓN DEL USO DE COMBUSTIBLES A GNV EN VEHÍCULOS TIPO SEDAN DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA"**, no tiene antecedentes de haber sido elaborado en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera de Ingeniería en petróleo, lo cual es un trabajo exclusivamente inédito y perteneciente de mi autoría.

Por medio de la presente declaración cedo los derechos de autoría y propiedad intelectual, correspondientes a este trabajo, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente,

FIRMA DEL TUTOR

ROMEL
ANGEL
ERAZO BONE

Firmado digitalmente
por ROMEL ANGEL
ERAZO BONE

Fecha: 2022.01.31
Hora: 09:05:00

ING. ROMEL ANGEL ERAZO BONE, MSc.

ALLISSON PAULETTE GILER ZAMORA

Autor de Tesis

C.I. 2400274391

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. ROMEL ANGEL ERAZO BONE, MSc.

TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Universidad Estatal Península de Santa Elena

En mi calidad de Tutor del presente trabajo “**IMPLEMENTACIÓN DE UN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO PARA EVALUAR LA TRANSICIÓN DEL USO DE COMBUSTIBLES A GNV EN VEHÍCULOS TIPO SEDAN DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA**” previo a la obtención del Título de Ingeniero en petróleo elaborado por el Srta. **ALLISSON PAULETTE GILER ZAMORA**, egresada de la carrera de **INGENIERÍA EN PETRÓLEO**, Facultad Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes.

FIRMA DEL TUTOR

ROMEL
ANGEL

ERAZO BONE

Firmado digitalmente
por ROMEL ANGEL
ERAZO BONE
Fecha: 2022.01.31
10:44:29 -05'00'

ING. ROMEL ANGEL ERAZO BONE, MSc.

TUTOR

CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

Yo, **LOLA GONZÁLEZ**, certifico que he revisado la redacción y ortografía del contenido del trabajo de integración curricular: trabajo **“IMPLEMENTACIÓN DE UN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO PARA EVALUAR LA TRANSICIÓN DEL USO DE COMBUSTIBLES A GNV EN VEHÍCULOS TIPO SEDAN DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA”**, elaborado por la Srta. **ALLISSON GILER**, previo a la obtención del título de **INGENIERO EN PETRÓLEO**.

Para el efecto he procedido a leer y analizar de manera profunda el estilo y la forma de contenido del texto.

- Se denota pulcritud en la escritura en todas sus partes.
- La acentuación es precisa.
- Se utiliza los signos de puntuación de manera acertada.
- En todos los ejes temáticos se evita los vicios de dicción.
- Hay concreción y exactitud de las ideas.
- No incurre en errores en la utilización de letras.
- La aplicación de Sinonimia es correcta.
- Se maneja con conocimiento y precisión la morfosintaxis.
- El lenguaje es pedagógico, académico, sencillo, directo y de fácil comprensión.

Por lo expuesto, en calidad de gramatóloga, se procede a emitir el presente informe.

Atentamente,

LIC. LOLA GONZÁLEZ QUIMÍ, MG

CC: 0914393483

Reg. Senescyt: 1050-15-86072949

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por cuidar y guiar mis pasos, por no abandonarme en los momentos difíciles y darme la sabiduría y fortaleza de lograr cumplir con mi objetivo de tan anhelada carrera.

A mis padres, que han sido el apoyo principal y fundamental, por haberme forjado como personas de bien con valores y principios, exigiéndome siempre el respeto y cumplimiento de mis obligaciones indirectamente y, sobre todo, motivarme continuamente a alcanzar mi meta.

A mis amigos y compañeros, por acompañarme en el transcurso en esta etapa universitaria compartiendo un mismo objetivo, demostrando ser calidad de personas y por su apoyo incondicional en tiempos difíciles.

Al Ing. Romel Angel Erazo Bone, por ser mi tutor y darme la oportunidad de realizar este trabajo bajo su asesoría, brindándome su conocimiento y colaboración para lograr desarrollar este trabajo de investigación.

A mis maestros, por sus enseñanzas a lo largo de esta carrera profesional, por su paciencia y tiempo para reforzar mis conocimientos.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, por acogerme en sus instalaciones y permitir formarme como profesional, perteneciendo a la carrera de Ingeniería en Petróleo.

Gracias a todos por el apoyo brindado.

CONTENIDO

	pág.
DEDICATORIA	iv
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO	v
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	vi
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	vii
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTOS	ix
CONTENIDO	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ABREVIATURAS	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT	xviii
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 DESCRIPCIÓN DEL TEMA	1
1.2 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN	2
	x

1.3	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.4	JUSTIFICACIÓN DEL TEMA	5
1.5	OBJETIVOS	6
1.5.1	Objetivo General.....	6
1.5.2	Objetivos Específicos.	6
1.6	HIPÓTESIS.....	7
1.7	ALCANCE.....	7
1.8	METODOLOGÍA EMPLEADA	7
1.8.1	Tipo y diseño de la investigación.	7
1.8.2	Método de investigación a emplearse.....	7
	CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	9
2.1	EL GN.....	9
2.1.1	Definición de GN.....	9
2.1.2	Origen del GN.	10
2.2	EL GN EN ECUADOR	11
2.2.1	GN del campo GGV.	12
2.2.2	GN del Campo Amistad.	14
2.3	PROPIEDADES DEL GN	14
2.3.1	Peso molecular aparente del GN.	15
2.3.2	Gravedad específica del GN.....	16
2.3.3	Factor de compresibilidad del GN.....	17

2.3.4	Poder calorífico del GN.....	18
2.4	CARACTERÍSTICAS DEL GN.....	18
2.5	OBTENCIÓN DEL GN.....	20
2.6	PRODUCCIÓN DE GN EN ECUADOR.....	21
2.7	USO Y/O APLICACIONES DEL GN EN ECUADOR Y EN EL MUNDO .	22
2.8	SITUACIÓN DEL GN EN EL MUNDO	26
	CAPITULO III: METODOLOGÍA	27
3.1	METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN.....	27
3.1.1	Tipo de investigación.....	27
3.1.2	Recopilación de información.....	27
3.1.3	Población y muestra.....	27
3.1.4	Procesamiento de Información.	27
3.2	METODOLOGÍA DE ANÁLISIS	28
3.2.1	Selección del método.....	28
3.2.2	Variables.....	28
3.2.3	Procesamiento y análisis de la información.	28
	CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	34
4.1	RESERVAS NACIONALES DE GN PARA SATISFACER LA DEMANDA VEHICULAR	34
4.1.1	Reserva de GN en el oriente ecuatoriano.	34
4.1.2	Reserva de GN en el golfo de Guayaquil “Campo Amistad”	34
4.1.3	Reservas de GN en el campo GGV, Provincia de Santa Elena.	35

4.2	CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN DE VEHÍCULOS CON CAPACIDAD PORTANTE DE 5 PASAJEROS PÚBLICOS Y PRIVADOS.....	38
4.2.1	Sector automotor en cifras de la provincia de Santa Elena 2021 (AEDE). 38	
4.2.2	Demanda del GNV en Santa Elena.....	38
4.3	CUANTIFICACIÓN DEL VOLUMEN DE GN NECESARIO MEDIANTE UN ESTUDIO ESTADÍSTICO-ENCUESTA.....	40
4.3.1	Demanda del volumen de GNV necesario en la provincia de Santa Elena. 46	
4.4	EVALUAR LA TRANSICIÓN DEL USO DE COMBUSTIBLES A GNV EN VEHÍCULOS TIPO SEDAN DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA.	54
4.4.1	Conversión del sistema de combustión vehicular de gasolina a GNV.	54
4.5	ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE LA CUANTIFICACIÓN DEL VOLUMEN QUE SE CONSUMIRÁ DIARIAMENTE DE GN POR EL USO DE GNV EN VEHÍCULOS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA.....	57
4.5.1	Características de los cilindros de GNC que existen para GN:	57
4.5.2	Características del cilindro elegido para los vehículos tipo sedán:	58
4.5.3	Estudio técnico-económico.....	59
	CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
5.1	CONCLUSIONES	65
5.2	RECOMENDACIONES	67
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 - Proceso de extracción del GN (Naturgy, 2021).....	21
Figura 2 - Demanda de GNV vs Producción de GN (Pacifpetrol S.A.).....	39
Figura 3 - Vehículos tipo sedán "Particulares vs Taxis"	42
Figura 4 - Precio de Gasolina y GNV.....	45
Figura 5 - Diferencia del precio "Gasolina vs GNV"	45
Figura 6 - Uso de Gasolina y GNV en los vehículos tipo sedán	46
Figura 7 - Recorrido de un vehículo tipo sedán del mes de "Enero"	46
Figura 8 - Recorrido de un vehículo tipo sedán del mes de "Febrero"	47
Figura 9 - Recorrido de un vehículo tipo sedán del mes de "Marzo"	47
Figura 10 - Recorrido de un vehículo tipo sedán del mes de "Abril"	48
Figura 11 - Recorrido de un vehículo tipo sedán del mes de "Mayo"	48
Figura 12 - Recorrido de un vehículo tipo sedán del mes de "Junio"	49
Figura 13 - Recorrido de un vehículo tipo sedán del mes de "Julio"	49
Figura 14 - Recorrido de un vehículo tipo sedán del mes de "Agosto"	50
Figura 15 - Recorrido de un vehículo tipo sedán del mes de "Septiembre"	50
Figura 16 - Recorrido de un vehículo tipo sedán del mes de "Octubre"	51
Figura 17 - Recorrido de un vehículo tipo sedán del mes de "Noviembre"	51
Figura 18 - Recorrido de un vehículo tipo sedán del mes de "Diciembre"	52
Figura 19 - Recorrido de un vehículo tipo sedán del año 2022.....	52
Figura 20 - Total Km/anual 2022	53
Figura 21- Funcionamiento del GNV en un vehículo	55
Figura 22- Diagrama de flujo del funcionamiento del GNV en un vehículo.	56

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1- Composición y propiedades del GN (nedgia, 2009)	15
Tabla 2 - Características del GN (nedgia, 2009)	18
Tabla 3 - Composición típica del GN (nedgia, 2009).....	19
Tabla 4 - Uso y/o aplicaciones del GN (Lapuerta Torres, 2018)	23
Tabla 5 - Diferencia de las características del GNC Y GLP (NATGAS, s.f.)	31
Tabla 6 - Producción de Gas – Campo GGV (PACIFPETROL S.A. – 2021)	36
Tabla 7 - Sector Automotor en cifras de la provincia de Santa Elena 2021 (AEDE). ...	38
Tabla 8 - Información básica de los vehículos de la provincia de Santa Elena (encuesta)	40
Tabla 9 - Vehículos tipo sedán Km/d (Encuesta)	41
Tabla 10 - Comparación del precio de la gasolina (galón) vs GNV (m3).	45
Tabla 11 - Total Km/anual 2022.....	53
Tabla 12 - Gasto diario de un vehículo tipo sedán a GNV	54
Tabla 13 - Gasto Diario de un vehículo tipo sedán a gasolina	54
Tabla 14 - Características de cilindros Tipo I para uso vehicular (novagnc, s.f.)	57
Tabla 15 - Tipo de cilindro elegido para taxi-liviano (novagnc.com).....	58
Tabla 16: Reporte de GN – Campo GGV (Pacifpetrol S.A.)	58
Tabla 17 – Vehículos livianos matriculados en Santa Elena 2021 (agencia nacional de tránsito, ANT).....	58
Tabla 18 – Vehículos tipo sedán matriculados en la Provincia de Santa Elena (ANT) .	59
Tabla 19 - Costo de inversión para la conversión de gasolina a GNV	60
Tabla 20 - Salario mensual del personal.....	60
Tabla 21 - Salario anual del personal proyectado a 5 años	61
Tabla 22 - Costo MM BTU anual proyectado a 5 años.....	61
Tabla 23 - Costo de servicios básicos anual proyectado a 5 años	61
Tabla 24 - Costo total anual proyectado a 5 años.....	62
Tabla 25 - Transición del uso de gasolina vs GNV de los 41 encuestados.	62
Tabla 26 - Costo anual por la transición a GNV.	62
Tabla 27 - Costo anual del uso de GNV.....	63
Tabla 28 - Costo anual "Gasolina vs GNV"	63
Tabla 29 - Estudio económico del consumo de GNV equivalente a un galón de gasolina proyectado a 5 años	63
Tabla 30 - Flujo de caja del uso de GNV en un vehículo tipo sedán proyectado a 5 años	64

ABREVIATURAS

GGV	Gustavo Galindo Velasco
GN	Gas Natural
GNV	Gas Natural Vehicular
GNL	Gas Natural Licuado
GNC	Gas Natural Comprimido
GLP	Gas Licuado de Petróleo

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO
PARA EVALUAR LA TRANSICIÓN DEL USO DE
COMBUSTIBLES A GNV EN VEHÍCULOS TIPO SEDAN DE LA
PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

Autor: Giler Zamora Allisson.

Tutor: Erazo Bone Romel.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación evalúa la transición del uso de gasolina como combustible a Gas Natural Vehicular (GNV) mediante la implementación de un estudio técnico-económico en la provincia de Santa Elena. El Gas Natural (GN) es un derivado del petróleo (gaseoso y liviano). A través de los años ha ganado notoriedad a nivel mundial por ser un combustible con menos impacto ambiental por las bajas emisiones de CO_2 . La metodología de esta investigación consistió en realizar recopilación de información mediante la realización de encuestas, a una población mínima para determinar el promedio de kilómetros por día recorridos por un vehículo tipo sedán con una capacidad portante de 5 pasajeros, de carácter públicos y privados. Se realizó el análisis técnico económico de la cuantificación del volumen que se consumiría diariamente de GN por el uso de GNV en vehículos tipo sedán de la provincia de Santa Elena, concluyendo que, para los vehículos encuestados, el volumen que se consumirá diariamente de GN por el uso de GNV será de $730.62m^3$ por día, realizando el estudio técnico-económico también se obtuvo de manera positiva el VAN y TIR.

PALABRAS CLAVE: (*Gas Natural / Gas Natural Vehicular / Gas Natural Comprimido / Cuantificación / Provincia De Santa Elena*)

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO
PARA EVALUAR LA TRANSICIÓN DEL USO DE
COMBUSTIBLES A GNV EN VEHÍCULOS TIPO SEDAN DE LA
PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

Autor: Giler Zamora Allisson.

Tutor: Erazo Bone Romel.

ABSTRACT

This research work evaluates the transition from the use of gasoline as fuel to Natural Gas Vehicle (NGV) through the implementation of a technical-economic study in the province of Santa Elena. Natural Gas (NG) is a petroleum derivative (gaseous and light). Over the years, it has gained worldwide notoriety for being a fuel with less environmental impact due to its low CO_2 emissions. The methodology of this research consisted of collecting information by conducting surveys, to a minimum population to determine the average number of kilometers per day traveled by a sedan-type vehicle with a carrying capacity of 5 passengers, public and private. The economic technical analysis of the quantification of the volume of NG that would be consumed daily by the use of CNG in sedan-type vehicles in the province of Santa Elena was carried out, concluding that, for the vehicles surveyed, the volume of NG that would be consumed daily by the use of CNG will be $730.62m^3$ per day, carrying out the technical-economic study, the NPV and IRR were also positively obtained.

KEYWORDS: (Natural Gas / Natural Gas for Vehicles / Compressed Natural Gas / Quantification / Santa Elena of province)

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL TEMA

Ecuador dispone de GN, en los campos petroleros del Oriente; en la provincia de Santa Elena se encuentra el campo Gustavo Galindo Velasco (GGV) que está situado en la parroquia Ancón del cantón Santa Elena. En este campo además de extraer petróleo también se obtiene GN que es utilizado como energía y el GNV es empleado como combustible para los vehículos de la empresa. Como un segundo campo tenemos el Campo Amistad que está ubicado en el golfo de Guayaquil perteneciente al bloque 6 donde existe una reserva de GN que es operado por Petroecuador.

El GN en la actualidad es una excelente alternativa energética que ha sido desarrollada en las dos últimas décadas, es por esa razón que se podría utilizar para reemplazar a los combustibles líquidos, además por su estructura molecular y sus características de ser amigable con el medio ambiente. El GN tiene grandes ventajas frente a otras energías, también por su alto grado de confiabilidad y eficiencia que permite ofrecer procesos controlados, seguros y ambientes limpios.

El objetivo principal de este trabajo de investigación será implementar un estudio técnico-económico que estime la cuantificación del volumen de GN y así conocer la evaluación de la transición del uso de combustibles a GNV caracterizando la población de vehículos sedan con capacidad portante de 5 pasajeros, públicos y privados de la provincia de Santa Elena. La calidad del gas para uso vehicular está garantizada en el Campo Amistad y en la provincia de Santa Elena en el campo GGV. El GNV puede ser usada para instalar a todos los vehículos de combustión interna de dos o cuatro tiempos que funcionen con gasolina ya sean carburador o inyección.

La importancia de implementar este estudio es para determinar la transición del uso del combustible para el uso de GNV de uso exclusivo en el transporte vehicular, pues a diferencia del GN de uso residencial, este es comprimido a altas presiones (200 bar) y suministrado por estaciones de servicio o grifos que expenden el combustible, es más económico del mercado y su aplicación garantiza mayor vida útil a los componentes del vehículo. Este recurso es almacenado en cilindros de una sola pieza (sin soldaduras) y está diseñado para resistir 200 bar, pues el espesor del cilindro es de aproximadamente una pulgada

1.2 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

En el año 2015 en España, Víctor Manuel Fernández Guzmán, en su trabajo de investigación el GN y la calidad de vida: Factores percibidos por los hogares en un país en vías de desarrollo menciona que el GN es un combustible mucho más limpio que el petróleo y puede reemplazar a los combustibles líquidos para la generación de energía e incluso el transporte. En conclusión, este tipo de tecnologías mejoradas pueden reducir considerablemente el desarrollo que ejerce el uso de esta energía sobre el medioambiente (Guzmán, Tesis en red, 2015).

Siverio en el año 2020, Venezuela tuvo la tercera reserva probada de GN más grande del mundo. Millones de pies cúbicos que no se están utilizando, se están quemando prácticamente en todas las sábanas de Anzoátegui, Monagas y sur de Guárico. La alternativa vehicular, Torrealba destacó que además de generar menor contaminación ambiental, se trata de un combustible que puede significar una alternativa ante el desabastecimiento de gasolina en el país. Este gas también se puede usar para uso doméstico, gas directo, vehicular, o uso industrial que ayuda a las empresas a ahorrar costos, porque aquí el GN es sin un costo significativo en la contabilidad de cualquier empresa>>, aquí en Ecuador con la determinación de las reservas nacionales de GN podremos conocer la cantidad necesaria que podríamos utilizar para satisfacer la demanda vehicular en la provincia de Santa Elena (Siverio, 2020).

Cervantes redactó que, en el año 2017, de que el GN se puede transportar por medio de ductos, auto tanques o buque tanques, los cuales los trasportistas serán responsables del producto al recibirlos hasta el momento de la entrega a terciarios o usuarios finales,

cuidando la calidad de este realizando mediciones en las tres etapas de almacenamiento, con base a las normas mexicanas que apliquen. También menciona que para utilizar el GN como combustible se pueden convertir los vehículos que utilicen gasolina o diésel, dichos motores pueden tener de cilindrada (4, 6 u 8 cilindros), los cuales utilizan una tecnología de inyección electrónica, que en la actualidad es de 5ta. generación. El GN se obtiene de las redes de distribución para comprimirlo y suministrarlo a los vehículos a una presión de 200 bares, con lo cual se almacenan en estado gaseoso en cilindros diseñados específicamente para dicha presión, por lo que uno de los objetivos específicos es realizar el análisis técnico económico de la cuantificación del volumen que se consumirá diariamente de GN por el uso de GNV en vehículos de la provincia de Santa Elena (Cervantes, 2017).

En México, Etrasa en el año 2019, mencionó que los éxitos en el transporte público son conocidos en el país casos exitosos de la incorporación del GNV en el sector del transporte público que han obtenido grandes resultados medioambientales y también económicos. En los próximos años el mercado del gas vehicular vivirá una gran explosión porque la reforma energética consiente el servicio multimodal en las gasolineras, además de que el aumento de la oferta de vehículos que funcionan con combustibles alternativos, y por supuesto de las reservas de gas que ya existen en México, seguirá. Algunos estados que han realizado una inversión en energías sustentables, tal como lo marcan las políticas mundiales de transición energética, son Querétaro, Morelia y Jalisco. Por eso para nuestro estudio en la provincia de Santa Elena tomaremos como prueba los vehículos tipo sedán para caracterizar la población de vehículos con capacidad portante de 5 pasajeros públicos y privados (Etrasa, 2019).

Darío y Molina en el año 2006 dieron a conocer en su investigación que el uso del GNC para nuestro estudio nos llevara a comprobar que la adaptación en vehículos a gasolina ya sean multipunto o monopunto se la puede realizar, siendo el GNC uno de los combustibles alternativos que está ingresando en la industria automotriz con gran fuerza, este enfoque lo llevaremos a la práctica con los diferentes componentes del equipo, realizando diferentes pruebas. Adicionalmente, el vehículo queda habilitado para utilizar gas y/o gasolina sin inconvenientes, prolongando la vida del motor, disminuyendo la frecuencia el cambio de aceite, llevando a un mejor desempeño del motor (Darío S. Molina P., 2006).

En Perú, Bezold en el año 2021 redactó que la estabilidad del precio del GNV es tal, que el precio promedio ponderado de los primeros metros cúbicos que vendieron las Estaciones de Servicio a los automovilistas en el año 2005 en Lima (\$1.59), resulta ligeramente superior al precio promedio ponderado de los metros cúbicos que se han vendido en las Estaciones de Servicio durante el mes de mayo de 2021 (\$1.52), Resulta curioso, pero han transcurrido 16 años desde que se vendieron los primeros metros cúbicos de GNV en Lima, y el precio promedio ponderado de este combustible se ha reducido en \$0.07 por metro cúbico, lo cual ha beneficiado al consumidor final (transportista). El costo de la conversión de los vehículos al GNV suele ser el principal motivo por el cual los conductores optan por convertirlos a Gas Licuado de Petróleo (GLP) (ya que la conversión de éstos no supera los \$2,000). Sin embargo, como hemos podido apreciar, en un plazo corto, el GNV resulta más rentable que el GLP, pues el ahorro es tal que, en dos o tres meses, se recupera la inversión. Sin embargo, esto no es conocido por muchos peruanos. Por eso uno de los objetivos específicos de la investigación es cuantificar el volumen de GN necesario mediante un estudio estadístico-encuesta y podremos deducir cuantas personas estarían de acuerdo en tomar la decisión de que sus vehículos se conviertan de gasolina a GNV (Bezold, 2021).

León, 2011 recalcó que los tanques utilizados en los cilindros para almacenar GNV son más resistentes que los de gasolina, no generan atmósferas explosivas, ya que el depósito es absolutamente hermético, y se les somete a exigentes pruebas que garantizan su excelente calidad, además de revisarse en la inspección periódica obligatoria por lo que se puede controlar su deterioro, cosa que no pasa con los depósitos de gasolina. A pesar de que el gas esté almacenado a tan alta presión, el diseño de los depósitos impediría una explosión, ya que en el peor de los casos los sistemas de seguridad permitirían un alivio de presión mediante una liberación de gas, esto ayudara a que nuestros vehículos a GNV sean más seguros y no haya accidentes de cualquier tipo (León, 2011).

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Ecuador y en la provincia de Santa Elena el GNV como combustible no es utilizado en los distintos tipos de vehículos debido a factores políticos, económicos y culturales que no han permitido la implementación de este tipo de sistema para ayudar a mitigar las emisiones de CO_2 y así disminuir la contaminación ambiental. De acuerdo con los datos

del Banco Mundial el Ecuador emite en promedio anualmente 2946 toneladas de CO_2 , cantidades que están aumentando la carga de gases de efecto invernadero en la atmosfera especialmente debido a la quema de combustibles fósiles correspondiente al parque automotor del país. Es por esta razón que es necesario realizar un estudio técnico-económico en el cual se determinen nuevas tecnologías que se puedan implementar en el parque automotor para disminuir las emisiones de CO_2 . Se conoce que el uso del GN como combustible vehicular está siendo ampliamente utilizado en países tales como Argentina, Colombia, España entre otros. En la provincia de Santa Elena aún no existe un estudio que determine la capacidad volumétrica diaria de consumo necesaria para el uso del GN, como combustible a GNV en vehículos tipo sedán de la provincia de Santa Elena.

Es importante destacar que el suministro de GNV es mucho más seguro y confiable que el de otros combustibles automotores, ya que la recepción del producto se realiza directamente a través de las redes de gas y no por camiones cisterna, las características del producto lo hacen difícilmente alterable.

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

En este proyecto planteamos el tema de implementación de un estudio técnico-económico para evaluar la transición del uso de combustibles a GNV en vehículos tipo sedan de la provincia de Santa Elena. El GNV contribuirá a la tendencia a que las compañías del sector automotriz en un futuro también puedan ofertar vehículos con motor dedicado al GNV (es decir ya no tipo dual como se establecería desde un inicio).

El GNV es un tipo de combustible alternativo en el uso de los coches, menos contaminante. Es una solución a la problemática de la contaminación en las grandes ciudades. Mucho más económico, eficiente y sostenible que la gasolina y el diésel. Es una buena apuesta de futuro. Estamos viviendo una transición energética importante que va dirigida hacia la descarbonización, y donde el gas aparece como la solución más rentable, eficiente y sostenible como paso intermedio hacia el coche eléctrico y la movilidad sostenible (factorenergia, 2018).

El funcionamiento es muy sencillo. El gas se quema dentro de los cilindros del motor, al igual que se quema la gasolina. El fruto de esa combustión es energía térmica que se libera y se transforma en energía cinética que hace girar las ruedas del coche. El uso de gas natural comprimido (GNC) en lugar de gasolina o diésel puede ayudar a reducir los gases de efecto invernadero (Corporation, s.f.).

Mediante la cuantificación del uso de volumen de GN como combustible vehicular, se busca disminuir las emisiones de CO_2 debido a la combustión de combustibles fósiles, ya que el GN durante el proceso de combustión genera menor cantidad de gases contaminantes a la atmosfera, disminuyendo la huella ambiental debido al consumo de combustibles fósiles.

La implementación del uso de GN es más rentable económicamente comparado con los derivados del combustible, lo cual fomentará una disminución de consumo de combustibles fósiles, y aumentará el uso del GN como combustible, este cambio de matriz energética busca disminuir los egresos del estado debido a la importación de combustibles fósiles.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General.

- Implementar un estudio técnico-económico sobre la transición del uso de combustibles líquidos a GNV en vehículos tipo sedán para la determinación de la demanda del volumen de gas necesario en la provincia de Santa Elena.

1.5.2 Objetivos Específicos.

- Determinar las reservas nacionales de GN para satisfacer la demanda vehicular.
- Caracterizar la población de vehículos tipo sedan con capacidad portante de 5 pasajeros públicos y privados.
- Cuantificar el volumen de GN necesario mediante un estudio estadístico-encuesta.

- Realizar el análisis técnico económico de la cuantificación del volumen que se consumirá diariamente de GN por el uso de GNV en vehículos de la provincia de Santa Elena.
- Evaluar la transición del uso de combustibles a GNV en vehículos tipo sedán de la provincia de Santa Elena.

1.6 HIPÓTESIS

Mediante la implementación y cuantificación de volumen de GN se realizará un estudio técnico-económico para evaluar la transición del uso de GNV caracterizando la población que usen vehículos tipo sedán con capacidad portante de 5 pasajeros públicos y privados, y verificar si este proyecto será favorable o no en la provincia de Santa Elena.

1.7 ALCANCE

Está enfocado en implementar un estudio técnico-económico sobre la transición del uso de combustibles líquidos y determinar el volumen necesario de GNV mediante un estudio estadístico en vehículos tipo sedán con capacidad de máximo 5 pasajeros en la provincia de Santa Elena.

1.8 METODOLOGÍA EMPLEADA

1.8.1 Tipo y diseño de la investigación.

La presente investigación se llevó a cabo con información obtenida de sitios web relacionados con el tema del proyecto, con datos obtenidos del Campo Gustavo Galindo Velasco, con una encuesta y con datos de la Asociación de empresas automotrices del Ecuador (AEDE).

1.8.2 Método de investigación a emplearse.

La metodología con la que el proyecto se presentara es de tipo inductiva y descriptiva, se realizó, la implementación de un estudio técnico económico para evaluar la transición del uso de combustibles a GNV en vehículos tipo sedan.

El desarrollo del proyecto se realizó en la provincia de Santa Elena, con la información de los datos obtenidos del Campo Gustavo Galindo Velasco, con una encuesta y de la empresa AEDE datos que se encuentran en la página web oficial.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 EL GN

2.1.1 Definición de GN.

Es un combustible fósil no renovable, es el estado de agregación de la materia que no tiene forma ni volumen propio. Está constituido por hidrocarburos que en condiciones de reservorio se encuentran en estado gaseoso, su composición y propiedades van a depender del lugar de extracción, generalmente al gas suele utilizarse como sinónimo de vapor, esto solo ocurre con aquel gas que puede condensarse o presurizarse si se somete a una temperatura constante (Ucha, 2009).

En otros países y continentes, el GN no solo es el combustible fósil más limpio disponible en la actualidad, sino que, a diferencia de otros combustibles fósiles en declive, sigue siendo abundante como en Europa y en otros continentes, por lo que constituye un componente vital del mix energético. La demanda de energía sigue aumentando, por lo que GN juega un papel crucial en la política energética actual de la Unión Europea (UE) (Bassecourt, 2015).

El GN es un tema clave en la transición hacia una economía baja en carbono y un sistema energético más sostenible. La sustitución del carbón y del petróleo por el gas es necesaria si queremos reducir las emisiones de gas de efecto invernadero de aquí a 2030. Además, el desarrollo paralelo de técnicas como la captura y almacenamiento de carbono (CCS), harán posible que el gas se convierta en una tecnología con una emisión de carbono todavía más baja en un futuro próximo. Por otro lado, la abundancia del gas juega a su favor como complemento de las energías renovables, cubriendo las intermitencias que se producen en fuentes

como la eólica o la solar y permitiendo una fácil adaptación a los picos de demanda (Bassecourt, 2015).

2.1.2 Origen del GN.

En 1659 se encontraron las primeras menciones al GN en Inglaterra, pero se desconocía cómo transportarlo desde sus yacimientos, motivo por el cual se mantuvo desplazado del desarrollo industrial por el petróleo, el carbón y sus derivados. Los primeros usos del gas canalizado datan de finales del siglo XVIII o comienzos del XIX y se refieren a la utilización de gas manufacturado (procedente del carbón) para iluminación. De ahí que la primera denominación que se utilizó para definirlo era “Gas del Alumbrado” (Nortegas, s.f.).

El origen del GN, como el del petróleo, lo debemos buscar en los procesos de descomposición de la materia orgánica, que tuvieron lugar entre 240 y 70 millones de años atrás, durante la época en la que los grandes reptiles y los dinosaurios habitaban el planeta (Era del Mesozoico). Esta materia orgánica provenía de organismos planctónicos que se fueron acumulando en el fondo marino de plataformas costeras o en las cuencas poco profundas de estanques, y que fueron enterradas bajo sucesivas capas de tierra por la acción de los fenómenos naturales (Martí, 2002).

Los recursos modernos de energía, como el GN, que es un combustible limpio para cocinar, son indispensables para aumentar la productividad agrícola y laboral, mejorar la salud de la población, bajar los costos de transacción y transporte, así como disminuir los riesgos por medio de una mejor información (Guzmán, Tesis en red).

El GN proviene de la degradación de materia orgánica que se produjo muy lentamente y a través de millones de años procedente de plantas y animales. Dicha materia orgánica se fue acumulando y enterrando bajo sucesivas capas de tierra por efecto de distintos fenómenos geológicos. Los gases generados por la descomposición de la materia orgánica se filtraron y atravesaron distintas capas de terreno de diversa consistencia, hasta llegar a una zona de material

impermeable donde, dichos gases, quedaron atrapados en grandes bolsas o yacimientos de GN (EMOI, s.f.).

El GN se puede obtener tradicionalmente del subsuelo (yacimientos) mediante perforaciones, donde se encuentra en cavidades formadas por rocas impermeables, sólo o en compañía de petróleo. En el primer caso se denomina gas libre mientras que en el segundo se lo conoce como gas asociado. Actualmente las alternativas de obtención de gas se han expandido a la exploración y explotación de gases no convencionales, los cuales han permitido la incorporación de nuevas reservas alrededor del mundo (Lozano, 2014).

El principal componente de este gas es el metano, alrededor del 20% de las reservas se han formado por esta degradación. Degradación térmica: Este gas es producto de la acción de la presión y temperatura sobre la materia orgánica acumulado en las arcillas, se lo conoce como gas térmico (Torres, 2008).

2.2 EL GN EN ECUADOR

En la actualidad, nuestro país tiene reservas y una capacidad productiva de GN de dimensiones consideradas, y que en la actualidad no son explotadas adecuadamente. Se ha descubierto que en el Golfo de Guayaquil existe un potencial gasífero para el desarrollo interno del mercado; según un estudio por la empresa ECOPETROL, existen reservas probadas de 5.3 trillones de pies cúbicos (148.000 millones de metros³) (Lapuerta Torres, 2018).

Ecuador es un productor relativamente pequeño de GN dentro del mercado; actualmente, en las estaciones de producción de Petroecuador se ha puesto verdadero interés en el gas asociado, utilizándolo como: combustible en las turbinas para generación de energía eléctrica, para mantenimiento de presión mediante inyección, como fluido motriz en sistemas de levantamiento artificial, entre otros usos. El consumo del GN para la producción de energía eléctrica, así como para uso en procesos industriales, se ha incrementado notablemente en los últimos años (Estefano, 2019).

Según EP Petroecuador (2013), el mayor yacimiento de GN (no asociado) se encuentra en la región del Golfo de Guayaquil el cual fue descubierto por la operadora

estadounidense Energy Development Corporation (EDC) en 1996. En noviembre del 2010, el Estado finalizó el convenio suscrito por EDC y el 1 de enero del 2011 se creó la Gerencia de GN, mediante una resolución que modificó el órgano funcional de EP Petroecuador y es ahí en donde varias empresas internacionales como nacionales han realizado estudios de factibilidad para la explotación y comercialización de este recurso (Estefano, 2019).

También se pensaba que el Ecuador contaba con reservas gasíferas insignificantes, pero según nuevas investigaciones y exploraciones se han encontrado nuevos yacimientos que podrían incrementar sustancialmente el potencial gasífero del país. Pero la falta de desarrollo y políticas hidrocarburíferas deficientes por parte de los gobiernos de turno, han provocado que este sector retrase sus expectativas productivas basadas en el GN (Lapuerta Torres, 2018).

Ecuador posee reservas de gas libre en el Golfo de Guayaquil (Campo Amistad) y, por otro lado, de gas asociado a la producción de petróleo en el Oriente ecuatoriano, donde buena parte del gas que se produce en la actualidad es venteada. Con respecto al gas asociado, desde el año 2015 se comenzó a reducir el venteo/flaring de gas natural asociado en el oriente ecuatoriano. Dicho gas se utiliza para sustituir el consumo de Diesel oíl en la generación de electricidad destinada a la operación de los campos petroleros (Estefano, 2019).

2.2.1 GN del campo GGV.

De la misma manera que el petróleo, el GN se origina por la descomposición de materias orgánicas y puede ocurrir como tal ya sea asociado con yacimientos de petróleo, en yacimientos de gas condensado o, en yacimientos de gas libre; siendo esta última la forma más común de encontrarlo en el mundo. Dependiendo de estos modos de ocurrencia y de la posición geográfica del país de procedencia, los elementos que lo conforman y el porcentaje en que intervienen varían muy ampliamente, lo cual ha hecho que se lo pueda clasificar como gas dulce o agrio, gas rico o pobre, según sea el caso. Hablando del Campo Ancón, el GN es producido juntamente con el petróleo (por estar disuelto en el) y sus componentes químicos, propiedades y características más importantes tales como peso

específico (molecular), poder calórico, porcentajes molares de los compuestos que lo conforman, entre otras (Guaño Victor, 2009).

a) *Campo Gustavo Galindo Velasco:* El Bloque “GGV”, conocido también como Bloque Ancón, fue descubierto en 1911 con la perforación del pozo Ancón 1. Este Bloque agrupa varias áreas marítimas y terrestres, las cuales originalmente fueron explotadas por Anglo Ecuadorian Oilfields desde 1921 hasta 1976. Durante ese período fueron perforados 2.814 pozos, alcanzando una producción de 10,000 BPPD (Pacifpetrol, s.f.).

En 1976 el Bloque pasó a ser operado por CEPE (Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana), período en el cual se perforaron 5 pozos y la producción promedio fue de 780 BPPD. A partir de octubre de 1994, la ESPOL (Escuela Superior Politécnica del Litoral) tomó a su cargo el Bloque para lo cual se unió en consorcio con CGC (Compañía General de Combustibles), registraron 400 km de líneas sísmicas 2D y perforaron 15 pozos, alcanzando en el año 2000 una producción máxima de 1.000 BPPD (Pacifpetrol, s.f.).

El campo GGV se encuentra dividido en tres zonas, Norte, Central y Sur donde dentro de ellas, se encuentran 1500 pozos.

b) *Ubicación del campo Gustavo Galindo Velasco:* El conjunto de yacimientos denominado Campos Petroleros de la Península de Santa Elena “Ing. Gustavo G. Velasco” se encuentra en la península de Santa Elena ubicado en el sudeste de la Provincia de Guayas, Ecuador, distante 120 km de la ciudad de Guayaquil. El bloque comprende 1200 km² de las cuales el 40% son costa afuera (Guaño Victor, 2009).

c) *Áreas que conforman el Campo:* El campo Ancón es el principal productor de petróleo y está dividido en 15 áreas: Perito, La Fuente, Certeza, Emporio, Santo Tomás, San Joaquín, La Fe, Tablazo, Tigre, Cacique, Central, Ancón, Seca, Hecotea y Concepción. Las áreas Navarra y Asturias, al norte de este Campo, fueron productoras de gas (JORGE, 2013).

2.2.2 GN del Campo Amistad.

El campo amistad produce más de 25 millones de pies cúbicos diarios de gas, o el equivalente a 4.200 barriles diarios de petróleo.

- a) **Ubicación del campo amistad:** El campo Amistad pertenece al BLOQUE 6, localizado en el Golfo de Guayaquil, el mismo que se encuentra operado por PETROAMAZONAS EP. La PLATAFORMA AMISTAD se encuentra a una distancia aproximada de 70 Km de la Planta de Tratamiento de Gas en las proximidades de la población de Bajo Alto (ARCH, s.f.).
- b) **GN en el campo amistad:** Se inició la producción de GN en octubre del 2003, hasta la actualidad se han perforado 17 pozos, de los cuales, hasta marzo del 2018 solo 4 pozos se encontraban produciendo, El campo amistad está constituido por 4 plataformas, un gasoducto de 12 pulgadas, una planta de deshidratación y una base logística (Navas, 2019).
- c) **Proceso de producción de GN del campo amistad:** El gas del Campo Amistad es tratado y medido en las facilidades instaladas en la Plataforma Amistad que tienen una capacidad de procesamiento 64 MMPCD, posteriormente la producción de gas es transportada mediante un gasoducto de acero de alrededor de 70 km de longitud y de 12" de diámetro, el mismo que recorre desde la Plataforma Amistad hacia la Planta de GN para su deshidratación, la Planta tiene una capacidad de procesamiento de 120 MMPCD.

La producción de GN del Campo Amistad cubre parte de la necesidad de CELEC EP orientada a la generación de energía eléctrica, como la demanda de GN de GNL, y el proyecto de distribución de GN domiciliario, y a futuro atender la necesidad del sector industrial (ARCH, s.f.).

2.3 PROPIEDADES DEL GN

- Proviene de la naturaleza y puede consumirse tal como se presenta.

- No tiene olor. Antes de ser distribuido, se lo odoriza con un producto llamado mercaptano, que sirve para detectar pérdidas por medio del olor.
- Respeto el medio ambiente, ya que se transporta en tuberías subterráneas.
- Es limpio en su combustión, produce una llama de color azul y quema sin generar cenizas ni humo (Naturgy, 2021).

De acuerdo con la teoría orgánica el gas es un hidrocarburo que se formó en las profundidades de la Tierra hace millones de años. Es producto de la descomposición de animales y vegetales que quedaron atrapados entre capas de roca, a muchos metros de profundidad, lejos del aire y la luz (Naturgy, 2021).

El GN está compuesto en un 90-95% por metano y, en menor proporción, por otros gases, como nitrógeno y helio (Naturgy, 2021).

Tabla 1- Composición y propiedades del GN (nedgia, 2009)

<i>Propiedades físicas</i>	<i>Propiedades químicas</i>
Fórmula molecular	CH ₄
Peso molecular mezcla	18,2
Temperatura de ebullición a 1 atmósfera	-160,0 °C
Temperatura de fusión	-180,0 °C
Densidad de los vapores (Aire =1) a 15,5	0,61
Densidad del líquido (Agua=1) a 0°/4 °C	0,554
Relación de Expansión	1 litro de líquido se convierte en 600 litros de gas
Solubilidad en agua a 20 °C	Ligeramente soluble (de 0,1 a 1,0%)

2.3.1 Peso molecular aparente del GN.

El peso molecular aparente de un GN, formado por ‘n’ componentes, puede calcularse a partir de la fracción molar y pesos moleculares individuales de cada componente, mediante la ecuación (1) matemática:

$$Ma = \sum_{i=1}^n (Y_i)(M_{wi}) \tag{1}$$

- ✓ M_a : Peso molecular aparente de la mezcla de gas, lbm/lbm-mol.
- ✓ M_{wi} : Peso molecular del componente 'i' de la mezcla de gas.
- ✓ Y_i : Fracción molar del componente 'i' de la mezcla de gas.
- ✓ n : Numero de componentes en la mezcla de gas. (Guaño Victor, ESPOL, 2009)

2.3.2 Gravedad específica del GN.

En la ecuación

$$G = \frac{\rho_g}{\rho_{aire}} \quad (2)$$

la gravedad específica de un gas o de una mezcla de gases en general, G_g , es definida como la razón de la densidad del gas a la densidad del aire seco, cuando son medidas a las mismas condiciones de presión y temperatura; es decir:

$$G = \frac{\rho_g}{\rho_{aire}} \quad (2)$$

Donde:

- ✓ G : Gravedad específica del GN.
- ✓ ρ_g : Densidad del GN, lbm/ft³.
- ✓ ρ_{aire} : Densidad del aire, lbm/ft³.

Modelando el comportamiento del gas y del aire como gases ideales a condiciones estándar (14.65 psia y 60 oF), la ecuación

$$G = \frac{M_g}{M_{aire}} \quad (3)$$

puede ser expresada como:

$$G = \frac{M_g}{M_{aire}} \quad (3)$$

Donde:

- ✓ Ma: Peso molecular aparente del GN, lbm/lbm-mol.
- ✓ Maire: Peso molecular del aire, 28.9625 lbm/lbm-mol. (Guaño Victor, ESPOL, 2009)

2.3.3 Factor de compresibilidad del GN.

El factor de compresibilidad, Z, es una cantidad adimensional que se usa en la industria del GN para corregir el comportamiento ideal de los gases ($Z = 1$) a su comportamiento real, por medio de la ecuación de estado $PV = nZRT$. La compresibilidad del gas o el factor Z está en función de la presión y temperatura seudoreducidas. Los valores seudoreducidos se definen en la ecuación

$$P_{sr} = \frac{P}{P_{sc}} \quad (4)$$

$$T_{sr} = \frac{T}{T_{sc}} \quad (5) \text{ como:}$$

$$P_{sr} = \frac{P}{P_{sc}} \quad (4)$$

$$T_{sr} = \frac{T}{T_{sc}} \quad (5)$$

Donde:

- ✓ P: Presión a la cual se desea determinar 'Z'; psia.
- ✓ T: Temperatura a la cual se desea determinar 'Z'; °R.
- ✓ P_{sr} : Presión seudoreducida.
- ✓ T_{sr}: Temperatura seudoreducida.
- ✓ P_{sc}: Presión seudocrítica.
- ✓ T_{sc}: Temperatura seudocrítica.

Si la composición del gas es conocida, los valores seudocríticos son calculados por medio de las ecuaciones (

$$P_{sc} = \sum_{i=1}^n (Y_i)(P_{ci}) \quad (6)$$

$$T_{sc} = \sum_{i=1}^n (Y_i)(T_{ci}) \quad (7):$$

$$P_{sc} = \sum_{i=1}^n (Y_i)(P_{ci}) \quad (6)$$

$$T_{sc} = \sum_{i=1}^n (Y_i)(T_{ci}) \quad (7)$$

Donde:

- ✓ Y_i : Fracción molar del componente 'i' de la mezcla de gas.
- ✓ P_{ci} : Presión crítica de componente 'i' de la mezcla de gas.
- ✓ T_{ci} : Temperatura crítica de componente 'i' de la mezcla de gas.
- ✓ n: Numero de componentes en la mezcla de gas. (Guaño Victor, 2009)

2.3.4 Poder calorífico del GN.

El poder calorífico promedio del GN es de 9.200 Kcal/m³., (38.500 kJ/m³) pero éste varía de acuerdo con la calidad del gas de cada yacimiento. El valor calorífico del GN se determina por su contenido energético, que depende en gran medida de la pureza del gas y del número de átomos de carbono por unidad de volumen. Un ejemplo de un GN con un valor calorífico alto es el gas del mayor campo gasífero de Argelia Hassi-R'Mel (alrededor de 42.000 kJ/m³), mientras que el gas del campo Groningen en los Países Bajos tiene un menor valor calorífico (alrededor de 35.000 kJ/m³) (Lozano, 2014).

2.4 CARACTERÍSTICAS DEL GN

Tabla 2 - Características del GN (nedgia, 2009)

Características	
Composición química	Compuesto principalmente de Metano
Mas liviano que el aire	Se disipa en la atmósfera, en caso de fuga, disminuye el peligro de explosión
No es toxico	El GN no produce envenenamiento al ser inhalado.

Poco Inflamable

Ninguno de sus componentes (metano, etano, nitrógeno, dióxido de carbono) es tóxico.

Rango de inflamabilidad muy limitado, concentraciones en el aire, por debajo del 4% y por arriba de aproximadamente el 14%, no se encenderá.

- El GN se consume tal y como se encuentra en la naturaleza. Desde que se extrae de los yacimientos hasta que llega a los hogares y puntos de consumo, el GN no pasa por ningún proceso de transformación (nedgia, 2009).
- La estructura molecular más simple del GN facilita que queme limpiamente, por ello su combustión no produce partículas sólidas ni azufre (nedgia, 2009).
- El GN es una de las fuentes de energía fósiles más limpia ya que es la que emite menos gases contaminantes (SO_2 , CO_2 , NO_x y CH_4) por unidad de energía producida (nedgia, 2009).

Tabla 3 - Composición típica del GN (nedgia, 2009).

Composición típica del GN		
Componente principal	Metano	82%
Otros componentes	Etano	18%
	Nitrógeno	
	Propano	
	Dióxido de carbono	
	Butano	
	Pentano	

Antes de que el GN pueda usarse comercialmente, necesita someterse a un proceso para eliminar los componentes indeseables. Sin embargo, es posible que este proceso de depuración no elimine todas las impurezas, ya que las cantidades de estos elementos incluidos en el gas pueden ser mínimas. La densidad relativa del GN respecto del aire es

de 0,65, razón por la cual es más ligero que el aire y tiende a dispersarse hacia la atmósfera. (Lozano, 2014)

2.5 OBTENCIÓN DEL GN

Es una de las más importantes fuentes de energía formada por una mezcla de gases ligeros que se encuentra frecuentemente en yacimientos de petróleo. Puede obtenerse con procesos de descomposición de restos orgánicos como basuras, vegetales - gas de pantanos, también en las plantas de tratamiento de estos restos como depuradoras de aguas residuales urbanas, plantas de procesado de basuras, ó de desechos orgánicos animales. El gas obtenido con estos elementos llama biogás. (GOV.EC, s.f.)

No existe indicio alguno en la superficie de un suelo que revele la presencia de un yacimiento de GN o de petróleo bajo tierra. No obstante, el profundo conocimiento sobre la estructura del suelo que los geólogos y geofísicos han acumulado a lo largo de años de experiencia les permite desestimar rápidamente ciertos lugares y centrar sus estudios en aquellos que presentan unas determinadas características topográficas. Ahora bien, cuando se detecta la presencia de una bolsa de GN, hay que continuar la recopilación de datos para decidir si se explota o no el yacimiento: la profundidad en la que se encuentra, su volumen aproximado, las características de los estratos situados encima, etc. Mediante una sonda instalada en una estructura metálica en forma de torre se accede a la bolsa, se determina también su composición química y la presión del gas y, si definitivamente se considera que el yacimiento será rentable, el pozo se pone en explotación. Cuando el gas no está mezclado con petróleo, los trabajos de explotación se simplifican ya que el producto brota de forma natural y no es necesario elevarlo mecánicamente a la superficie. A veces, se puede haber acumulado agua en los pozos, de manera que hay que extraerlo con bombas para mantener una producción óptima. Los trabajos de exploración y extracción incluyen actividades que pueden resultar perturbadoras para la fauna y la flora. El impacto ambiental de estos trabajos, no obstante, está limitado temporalmente ya que se adoptan medidas de prevención y corrección que restituyen el entorno a su estado natural. Cuando un yacimiento de GN se da por agotado, se procede al desmantelamiento de las plataformas, a su retirada y al sellado del pozo, o son empleados como almacenamientos naturales de gas. (Martí, 2002)

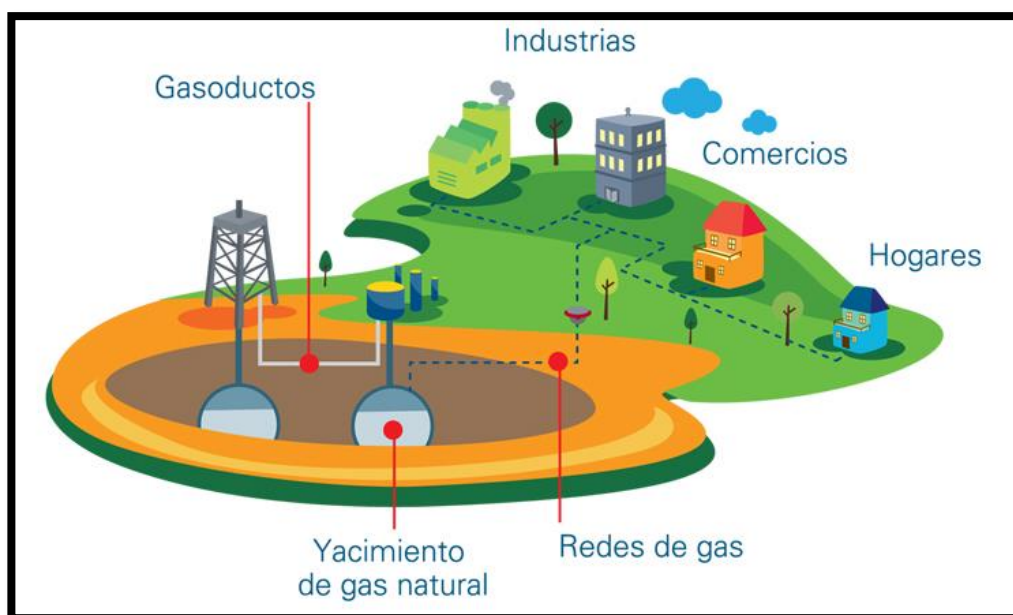


Figura 1 - Proceso de extracción del GN (Naturgy, 2021)

2.6 PRODUCCIÓN DE GN EN ECUADOR

El GN es una de las varias e importantes fuentes de energía no renovables formada por una mezcla de gases ligeros que se encuentra frecuentemente en yacimientos de petróleo, disuelto o asociado con el petróleo o en depósitos de carbón. Aunque su composición varía en función del yacimiento del que se saca, está compuesto principalmente por metano. Se puede medir en unidades de volumen (metros cúbicos m^3 ó pies cúbicos ft^3) o de energía (kilovatio hora Kwh. o unidades caloríficas BTU). (Mendoza, 2011).

Según el Balance Energético Nacional del Ecuador 2019, el 4,4% de la producción energética primaria en el país estuvo conformada por GN, correspondiendo al tercer energético en porcentaje, por detrás del petróleo y la hidroelectricidad. De la producción de GN en 2019, el 79% correspondió a GN asociado a la producción petrolera y, 21% a gas libre producido en el campo Amistad en el Golfo de Guayaquil (Nacional, 2020).

Un caso de estudio en la aplicación de GN es el del sector transporte. En Ecuador, el transporte es el sector que más energía consume (un 49,2% del total), así como, el que más emisiones de gases de efecto invernadero genera, con un 50% del total de emisiones.

La implementación del GN en el transporte, principalmente pesado, presenta ventajas como la reducción en la contaminación ambiental, particularmente sensible en las grandes

ciudades, menor costo y la generación de oportunidades de negocio para los participantes de una tecnología en etapa de adopción masiva. Sin embargo, esta implementación también presenta desafíos a tener en cuenta, entre ellos, la disponibilidad continua del recurso, la infraestructura como plantas desgasificadoras en el caso del gas natural licuado (GNL), los sistemas requeridos de distribución por gasoducto y, los costos al consumidor final para la compra o conversión de unidades de GN (Javier Fontalvo, 2021).

2.7 USO Y/O APLICACIONES DEL GN EN ECUADOR Y EN EL MUNDO

En la actualidad el GN se ha convertido en el combustible de mayor aceptación en los últimos años, por su estructura molecular y sus características de ser amigable con el medio ambiente, ofrece grandes ventajas frente a otras energías, su alto grado de confiabilidad y eficiencia permite ofrecer procesos controlados, seguros y ambientes limpios (Torres, Repositorio UASB, 2008).

El Ecuador no tiene un mercado definido para el aprovechamiento de este recurso, además tampoco cuenta con la tecnología ni industrialización óptima para crear un mercado basado en el uso del GN. La falta de iniciativa por parte de las autoridades de turno, junto con políticas y reglamentos ineficientes energéticos ha provocado un estancamiento en el uso de este hidrocarburo (Torres, Repositorio UASB, 2008).

Desde que se descubrió los yacimientos costa afuera de GN en el Golfo de Guayaquil, varias empresas nacionales como internacionales han presentado proyectos para el aprovechamiento de este recurso, las mismas que no han tenido resultados favorables por falta de seriedad de los organismos de turno, demostrando así la falta de iniciativa y de preocupación sobre un desarrollo sostenible y medio ambiental (Lapuerta Torres, 2018).

El GN que se encuentra en esta región es susceptible de ser utilizado principalmente por los siguientes mercados potenciales:

- Materia prima de abonos.
- Generación de electricidad.

- El sector industria, en reemplazo de los combustibles.

Según estudios realizados se ha determinado que el GN es una energía que se ha adaptado perfectamente al nuevo entorno global, es una energía limpia, no tóxica, no genera partículas ni elementos contaminantes y dependiendo de su uso como ya se ha mencionado anteriormente es aprovechado en diferentes sectores, como se detalla en la Tabla 4:

Tabla 4 - Uso y/o aplicaciones del GN (Lapuerta Torres, 2018)

Sector	Aplicaciones/Procesos	Combustible que puede sustituir
---------------	------------------------------	--

	Generación de vapor	
	Industria de alimentos	Carbón
	Secado	Electricidad
	Cocción de productos cerámicos	Diesel
Industrial	Fundición de metales	Fuel oil
	Tratamientos térmicos	Gas Licuado
	Generación eléctrica	Gasolina
	Producción de petroquímicos	Kerosene
	Sistema de calefacción	Leña
	Hornos de fusión	
Comercio y servicio	Calefacción central	
	Aire acondicionado	
	Cocción/preparación alimentos	Carbón, Fuel oil, Electricidad,
	Agua caliente	Gas de ciudad, Gas Licuado, Kerosene
Energía	Cogeneración eléctrica	
	Centrales térmicas	Carbón, Fuel oil
Residencial	Cocina	
	Calefacción	Electricidad, Gas de ciudad, Gas
	Agua caliente	Licuado, Kerosene, Leña
	Aire acondicionado	
Transporte de pasajeros	Taxis	Gasolina, Petróleo, Diesel
	Buses	
Otros	El GN también es usado como materia prima en procesos químicos e industriales.	
	Puede ser convertido a hidrogeno, etileno o metanol: materia básica en producción de plásticos y fertilizantes.	

Según su proceso de producción el GN es acondicionado y refinado con ciertas especificaciones para obtener un hidrocarburo base de varias características, que dependiendo del uso a ser utilizado dependerá su estado; el gas sujeto a procesos y tratamientos adecuados y separado en metano, etano, propano, butano, entre otros, puede ir finalmente a las plantas de refinamiento y procesamiento como las petroquímicas para ser convertido en productos semi terminado y finales. (Torres, Repositorio UASB, 2008)

El GN tiene múltiples usos:

- En los propios campos petrolíferos lo utilizan para fines de mantenimiento de presión de los yacimientos, levantamiento artificial del petróleo de los pozos productores y combustible de consumo interno.

- Combustible doméstico, ventajoso en los artefactos que incluyen estufas (cocinas) y hornos, lavadoras, secadoras, calentadores de paso para el agua, aparatos de aire acondicionado.
- Combustible industrial, generador de calor y potencia, en hornos, calderas y motores a gas estacionarios.
- Generación y cogeneración eléctrica en motores y turbinas a gas, de ciclos sencillo y combinado.
- Obtención de derivados líquidos incluidos etano, gas licuado del petróleo (GLP o gas propano) y gasolina natural para obtención de bencina industrial, disolventes y extracción de aceites vegetales.
- Materia prima petroquímica. (Dialnet-TecnologiaDelGasNatural)

De acuerdo con su uso el GN se lo dividirá en los siguientes sectores:

- Sector Industrial.
- Sector Comercio y Servicios.
- Sector Usuarios de Generación de Energía.
- Sector Residencial.
- Sector Transporte de pasajeros y cargas diversas.

Dentro de estos sectores se encuentra una gran variedad de aplicaciones y de productos cuya base de elaboración es el GN. Para el propósito del presente trabajo analizaremos los beneficios de este recurso en el segmento automotriz. (Vanti).

2.8 SITUACIÓN DEL GN EN EL MUNDO

En los 10 últimos años el GN ha sido mundialmente reconocido como el combustible fósil con gran desarrollo y aprobación que ha obtenido el entorno con la humanidad (composición y buena relación con el medio ambiente) es una de las fuentes de energía de más rápido crecimiento de la familia de las energías primarias como son el petróleo, el carbón, atómica y renovables.

El consumo de gas mundial disminuyó un 1,4 % en 2020, si bien a un ritmo más lento que otros tipos de energías fósiles. En EE. UU., el mayor consumidor de gas, disminuyó un 1,3 % en 2020. No obstante, el consumo de gas experimenta una tendencia al alza en la última década debido al abandono del carbón como combustible, especialmente para la generación de electricidad. A pesar de la pandemia, el consumo de GN aumentó un 7,2 % en China. El consumo cayó en la UE (-3,2 %), en especial en Francia (-7,3 %) e Italia (-4,4 %), y en países productores como Rusia, Australia, Argelia y Egipto. Siguió disminuyendo en Japón debido a un descenso de la demanda procedente del sector eléctrico (menor consumo eléctrico y mayor competencia de los reactores nucleares y las renovables). El consumo de gas experimentó un repunte en Corea del Sur (+1,1 % tras una caída del -3,1 % en 2019). El consumo de gas disminuyó en Latinoamérica (-7,8 %), con caídas significativas en Argentina, Brasil y México (ENERDATA, s.f.).

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Tipo de investigación.

La presente investigación es de tipo descriptiva e inductiva ya que se pretende reflejar y al mismo tiempo dar a conocer la implementación de un estudio técnico-económico para los vehículos tipo sedan de la provincia de Santa Elena con la obtención de los datos de la AEDE y del campo GGV.

3.1.2 Recopilación de información.

Se obtuvieron algunos de los datos por parte de la (AEDE) y del campo GGV para realizar el estudio técnico-económico y evaluar la transición del uso de combustibles a GNV en vehículos tipo sedán en la provincia de Santa Elena.

3.1.3 Población y muestra.

La población son todos los vehículos tipo sedán matriculados de la provincia de Santa Elena. La muestra son los vehículos tipo sedán seleccionados de la encuesta que se realizó para conocer el recorrido diario aproximado y el volumen necesario de GNV en la provincia de Santa Elena.

3.1.4 Procesamiento de Información.

Los datos e información fueron realizados por encuestas, tabulaciones, gráficos estadísticos en hojas de cálculo de Microsoft Excel.

3.2 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

3.2.1 Selección del método.

Se realizó una encuesta a varios propietarios de vehículos tipo sedán de la provincia de Santa Elena con la finalidad de cuantificar los kilómetros recorridos por día aproximadamente y así estimar el uso de combustible necesario para abastecer a un vehículo con GNV por día.

3.2.2 Variables.

a) Variables Dependientes.

- GN.

b) Variables Independientes

- Cuantificación del volumen del GN.
- Uso del GNV.
- Producción de GNV.
- Población de vehículos tipo sedán.
- Transición del uso de GNV.

3.2.3 Procesamiento y análisis de la información.

a) Tipos de GNV.

Actualmente existen dos tipos de GN aplicado a la automoción GNV.

- El primero es el GNC.
- El segundo es el Gas Natural Licuado (GNL).

El GNL y el GNC son el mismo producto, pero en distinta fase térmica;

➤ **Gas natural licuado.**

Tipo de GNV, es un gas líquido almacenado a -162° bajo cero que ha sido procesado para ser transportado a baja temperatura (reducción de su volumen unas 600 veces), la ventaja, respecto al funcionamiento en un camión, es que la

autonomía que ofrece es mucho mayor (de 800 y 1500kilometros). Por ejemplo: camiones, transporte marítimo, y para vehículos que deben recorrer largas distancias. el GNL se almacena en estado líquido gracias a su criogenización a -161 °C de temperatura. De este modo, puede utilizarse en transporte pesado de larga distancia, ya que proporciona una mayor autonomía.

➤ **GNC.**

Tipo de GNV, El GNC es un GN almacenado y comprimido a altas presiones, entre 200 y 250 bares. Tiene una desventaja de una menor autonomía (300 y 500kilometros), pero a cambio, es más fácil la instalación. Es una alternativa muy viable por lo que se usa en entornos urbanos, tipo para vehículos que no necesitan de un largo recorrido, por ejemplo: vehículos tipo sedán (taxis, buses, camiones de basura, etc.)

➤ **Uso del GN en vehículos.**

El GN se lo usa también como combustible, por esa razón se le conoce como GNV que es un combustible de origen natural que no requiere un proceso de refinamiento para su uso, se lo utiliza para los vehículos que funcionan a motor como GNC o GNL, este tipo de GN no contiene plomo (es decir que prácticamente no genera óxidos de azufre ni partículas de suspensión, no contiene agentes corrosivos que dañen el motor del vehículo, está compuesto de metano (CH₄) por lo que se considera un gas ligero y que se disipa rápidamente en caso de fuga.) estos vehículos que usan este tipo de combustible emiten mucho menos contaminantes (veinte por ciento menos de gas de efecto invernadero). El GNV es una opción ecológica y económica para los vehículos a diferencia de los que utilizan gasolina o diésel.

El GN se puede utilizar en todas las clases de vehículos: motocicletas, automóviles, furgonetas, camiones ligeros y pesados, autobuses, carretillas elevadoras, locomotoras e incluso barcos y transbordadores.

El GN se puede utilizar ya sea mediante la conversión de un motor de gasolina o diésel existente, o mediante el uso de un motor de GN especialmente diseñado.

Los beneficios de los vehículos a GN incluyen:

- Emisiones reducidas de partículas y NO (óxidos de nitrógeno)
- Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Amplia disponibilidad de GN.
- Costo más bajo.
- Puede derivarse de fuentes renovables (biogás).
- Técnicamente probado.
- Disponible ahora.
- Aplicable a todas las clases de vehículos.
- Requisitos mínimos de procesamiento o refinación.
- Más seguro que la mayoría de los combustibles líquidos.
- Se puede repostar en casa o en el lugar de trabajo.
- Reducciones de ruido de hasta un 50%.
- Desgaste reducido del motor.

De acuerdo con la asociación internacional de vehículos de GN, el parque automovilístico que funciona con GN es de más de 4,7 millones de vehículos en todo el mundo, En el Ecuador existen aproximadamente 60 vehículos que transitan con GNC en la provincia de Santa Elena ((IDEAE), 2005).

➤ **Características de GLP y GNV.**

GLP: no es un tipo de GNV, ya que no procede del GN, sino que es un combustible gaseoso que se obtiene al destilar petróleo y está compuesto por butano y propano.

Ambos combustibles son alternativas de ahorro a la gasolina, un recurso que utilizamos todos los días para trasladarnos, que se vuelve escaso y caro con el pasar del tiempo, el GNV es un combustible más noble con un auto y bastante más seguro que el GLP.

Tabla 5 - Diferencia de las características del GNC Y GLP (NATGAS, s.f.)

	GNV	GLP
Densidad aire 1:2	Es más ligero que el aire (0,61) por lo que se disipa rápidamente	Es más, pesado que el aire (1,2) y no se disipa rápidamente en caso de fuga
Corrosión	NO contiene agentes corrosivos para el motor	SI contiene agentes corrosivos para el motor (azufre)
Cilindro de almacenamiento	1. espesor de 17mm 2. fabricado a una sola pieza aleación de acero	1. espesor de 3mm 2. fabricación con soldaduras 3. el tanque es más ligero y menos resistente a impactos

➤ **Ventajas y desventajas del GNV.**

El uso del GNV con el pasar del tiempo ha evolucionado a muchos países debido a los grandes beneficios que trae este mismo.

A continuación, conoceremos algunas de sus ventajas y desventajas del GNV:

• **Ventajas.**

- ✓ Muy aparte de que sea un combustible económico, posee un bajo impacto ambiental por ser un combustible limpio, es decir es eco amigable, como ya venimos estudiando este tipo de combustible genera menos emisiones (produce menos contaminación) de Dióxido de carbono por cada kilómetro que recorre un vehículo.
- ✓ Las emisiones: Uno de los puntos fuertes del GN es que, al ser básicamente metano, reduce las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) en un 85%,

ascendiendo dicha cifra hasta el 96% en el caso de las partículas sólidas. Además, expulsa un 20% menos de dióxido de carbono (CO_2).

- ✓ La seguridad que brinda el GNV al ser usado es que al ser un combustible liviano mucho más que el aire, reduce el riesgo de incendio y explosión ante una eventual pérdida o accidente (este tipo de gas se elevaría y se disiparía rápidamente) a diferencia de los combustibles tradicionales.
- ✓ Es necesario que el mantenimiento, la revisión y conversión del vehículo se realicen con técnicos capacitados, para así evitar posibles accidentes.
- ✓ El cambio a GNV en un vehículo para el usuario, en lo económico en estos tiempos es una muy buena ventaja ya que el GN siempre será más económico que los combustibles tradicionales por su costo de producción, el precio, el mantenimiento del vehículo ya que en estudios realizados extendería la vida de las bujías, sistema de escape, carburador, etc.
- ✓ Al momento de querer echar un vistazo al motor, al utilizar y consumir GNC sufrirá un deterioro mucho menor (el GN deja pocos residuos) a diferencia cuando se usa gasolina o diésel, todo este procedimiento se lo comprueba verificando la varilla del aceite. (observamos que tendrá un color original durante miles de kilómetros como si hubiera recién hecho el cambio).
- **Desventajas**
 - ✓ Para los vehículos (pequeños) el uso del GNV se lo coloca en un cilindro de almacenamiento para gas, esto significa que tiene un peso y espacio adicional al momento de ser colocado en el vehículo; es decir habrá una reducción de carga convirtiendo en algo negativo para este tipo de vehículos.
 - ✓ El menor espacio. Los depósitos de GN son complejos por la enorme presión que deben soportar y, aunque son completamente seguros, restan en muchos casos algo de volumen a los maleteros (aproximadamente 100 litros). Además, al complementar el sistema de gasolina, añaden algo de peso adicional al vehículo.

- ✓ En poner en marcha un vehículo con GNV estudios han revelado que el GN produce pérdida de potencia de un 15% al momento de su aceleración y al momento del arranque con motores que tienen un motor de bajo cilindraje.
- ✓ La red de servicio. El principal inconveniente con el que nos encontramos al utilizar un vehículo propulsado con GN es la limitación existente de estaciones de servicio disponibles
- ✓ La vida útil de los depósitos. Al estar sometidos a una presión alta y sometidos a cambios por carga y descarga, así como a cambios de temperatura, sufren más fatiga y aunque son muy resistentes es importante tener presente que tienen fecha de caducidad. La regulación específica que tienen una vida útil máxima de 20 años, pero si se homologaron antes de la normativa actual, tendrán una vida útil máxima de 15 años.

➤ *Parque vehicular en la provincia de Santa Elena.*

Un vehículo en la actualidad es indispensable para el ser humano, es de mucha utilidad para poder movilizarse de un lugar a otro en la provincia de Santa Elena.

Los automotores son agentes contaminantes que surgieron hace varias décadas atrás como solución a la necesidad de transportarse de un lugar a otro, sin embargo, desde aquel día nace la mayor parte de la contaminación por parte del parque automotor, a medida que la industria automotriz se desarrollaba, grandes cantidades de vehículos que fueron poblando las calles de las distintas ciudades del mundo.

CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 RESERVAS NACIONALES DE GN PARA SATISFACER LA DEMANDA VEHICULAR

Ecuador, posee varias reservas de GN en el Golfo de Guayaquil (Campo Amistad), en la provincia de Santa Elena y, por otro lado, de gas asociado a la producción de petróleo en el Oriente ecuatoriano, donde buena parte del gas que se produce en la actualidad es venteado. En calidad de reservas probadas el país posee 7,04 miles de millones m^3 . La producción de gas es de 4,4 millones m^3 /día y la relación R/P (reservas/producción) se ubica en 4,4 años. El 45% del gas consumido en el país se utiliza en la generación de electricidad. (MALDONADO & MISHQUERO RAMOS , 2020)

4.1.1 Reserva de GN en el oriente ecuatoriano.

Desde el año 2015 se comenzó a reducir el venteo/flaring de gas natural asociado en el oriente ecuatoriano. Dicho gas se utiliza para sustituir el consumo de diésel oíl en la generación de electricidad destinada a la operación de los campos petroleros. (MALDONADO & MISHQUERO RAMOS , 2020)

4.1.2 Reserva de GN en el golfo de Guayaquil “Campo Amistad”.

En el año 2012 la petrolera Petroecuador descubrió un yacimiento de gas con reservas estimadas en 1,7 trillones de pies cúbicos de gas, el yacimiento se encuentra en el "Bloque 6" del "Campo Amistad", que opera Petroecuador. (EFE, 2012)

Las reservas probadas del campo Amistad, según números de Petroamazonas EP para el 2019, son de 139.690 millones de pies cúbicos (MMPC). Adicionalmente, se estima reservas probables de 160.000 MMPC y posibles de 116.389 MMPC.

Esta situación implica que si el país no descubre ni confirma nuevas reservas, será necesaria la importación de gas natural para atender la demanda nacional.

Ecuador es hoy deficitario en la producción de GN. El país tiene una demanda diaria de 95 millones de pies cúbicos por día (MMPCD), pero su producción bordea apenas los 25 millones MMPCD. Según datos de Petroamazonas, la curva de declinación de producción de gas natural en el campo Amistad, de donde proviene la producción ecuatoriana, será marginal ya para el año 2023. (H., 2020)

En Ecuador solamente el campo Amistad, en el Golfo de Guayaquil, produce gas natural, con un volumen de alrededor de 25 millones de pies cúbicos diarios, o el equivalente a 4.200 barriles diarios de petróleo. (Ecuador, 2021)

4.1.3 Reservas de GN en el campo GGV, Provincia de Santa Elena.

La Provincia de Santa Elena, cuenta con la presencia de dos bloques petroleros, que son; Bloque 1: Pacoa y Bloque 2: GGV, ambos considerados campos maduros. Actualmente, el Bloque 1 o Campo Pacoa presenta una producción poco considerable o nula, la empresa a cargo del presente campo es Petroamazonas EP, mientras que el Bloque 2 o Campo GGV registra una producción anual de 361.308 barriles de petróleo, lo que representa una producción mensual aproximada de 30.000 barriles de petróleo, la empresa a cargo del bloque 2 es Pacifpetrol S.A.; por las razones antes mencionadas, para considerar las reservas de GN en el presente estudio, se tomará en cuenta únicamente al Campo GGV. Cabe señalar que las formaciones productoras del bloque 2 son principalmente formaciones petrolíferas, sin embargo, se obtiene GN durante los diferentes procesos de producción utilizados en el campo y dichos valores de GN serán utilizados para los diferentes cálculos de ingeniería requeridos.

La tasa de producción de gas obtenida del Campo GGV se presenta a continuación, en la Tabla 6

Tabla 6 - Producción de Gas – Campo GGV (PACIFPETROL S.A. – 2021)

No.	Gas Producido (Mscf)	Gas Generación (Mscf)	GNV (Mscf)	Gas Quemado (Mscf)
01	216.882	111.105	9.433	96.344
02	225.345	107.644	8.365	109.336
03	228.393	112.619	7.942	107.832
04	316.546	107.589	7.078	201.879
05	225.402	95.599	8.173	121.639
06	219.189	107.241	7.375	104.573
07	216.662	96.545	10.091	110.026
08	217.956	97.065	7.684	113.207
09	219.549	97.644	8.222	113.683
10	210.093	98.254	6.080	105.759
11	212.976	101.267	9.226	102.483
12	216.131	97.749	6.823	111.559
13	214.125	96.484	10.677	106.964
14	280.720	96.308	7.022	177.39
15	237.213	107.562	7.946	121.705
16	223.344	114.251	7.864	101.229
17	213.934	109.176	9.747	95.011
18	215.930	108.761	7.166	100.003
19	225.042	103.051	7.544	114.447
20	218.988	98.598	8.465	111.925
21	213.488	98.525	8.610	106.353
22	217.028	109.787	7.670	99.571
23	217.028	108.883	5.997	102.148
24	224.353	110.425	8.616	105.312
25	213.043	105.631	7.289	100.123
26	243.365	109.625	7.601	126.139
27	213.348	121.758	8.881	82.709
28	215.716	101.873	9.559	104.284
Prom.	225.421	105.016	8.112	110.231

La Tabla 6 presenta cuatro secciones, la primera nos indica la producción o el volumen diario de gas que aporta el Campo GGV; la segunda sección “Gas Generación” refleja los valores del volumen de gas utilizado para la generación de energía eléctrica en distintas áreas o zonas del campo; la tercera sección “GNV” presenta el volumen de gas utilizado como combustible en los vehículos pertenecientes a la empresa operadora; y finalmente la cuarta sección muestra el volumen de gas que es quemado diariamente. Los valores presentados en la tabla 4, pertenecen al mes de Julio del 2020 en rango de 28 días.

Analizando la Tabla 6, observamos que el valor promedio del volumen de producción de gas del Campo GGV es de 225.421 MSCF por día, de los cuales, la empresa operadora utiliza 105.016 MSCF por día, para la generación de energía eléctrica, 8.112 MSCF por día, como GNV; y 110.231 MSCF por día es quemado; es decir, que del 100% de la producción de volumen de gas, el 46.58% es utilizado para generación de energía eléctrica, el 3.59% para uso de GNV y el 48.90% del gas es quemado. Cabe señalar que la empresa operadora trata de aprovechar al máximo este recurso, sin embargo, se presenta un “excedente” en la producción del GN del 48.90% aproximadamente, del uso o aprovechamiento que la empresa pueda utilizar.

Estudios realizados en el año 2016, indican que la producción de gas del Campo GGV era de aproximadamente 500.000 MSCF por día, de los cuales 180.000 MSCF por día eran utilizados para la generación de energía eléctrica; de dichos valores podemos estimar en cuanto al tiempo, un aproximado de cuantos años, puede ser aprovechado el GN producido por el Campo GGV, ya sea para generación de energía eléctrica o GNV.

Considerando una caída de la producción del volumen de GN aproximada de 20 075 MSCF por año, se estima que para el año 2023 la empresa operadora podrá seguir cubriendo sus necesidades con respecto a la utilización del GN para generación eléctrica y GNV, sin embargo, el volumen de gas quemado será mínimo. Cabe señalar que la producción ya sea de petróleo o GN pueden variar de acuerdo con los trabajos de estimulación o reacondicionamiento de pozos, es decir, que se puede prolongar e incrementar la producción del volumen de GN en el campo de acuerdo con los trabajos realizados por la empresa operadora.

La calidad del gas para uso vehicular está garantizada en el Campo Amistad y en Santa Elena. Este proyecto pretende brindar una alternativa sustentable, para el desarrollo del GN y en específico para el GNV en la provincia de Santa Elena

En el caso de yacimientos que contienen únicamente GN, como son los yacimientos de la Península de Santa Elena o del Golfo de Guayaquil, se instalan

los equipos requeridos para tratarlo (proceso de secado, mantenimiento de una presión alta) y enviarlo a los centros de consumo.

4.2 CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN DE VEHÍCULOS CON CAPACIDAD PORTANTE DE 5 PASAJEROS PÚBLICOS Y PRIVADOS

4.2.1 Sector automotor en cifras de la provincia de Santa Elena 2021 (AEDE).

Tabla 7 - Sector Automotor en cifras de la provincia de Santa Elena 2021 (AEDE).

Meses	N° Vehículos
Enero	4925
Febrero	4925
Marzo	4925
Abril	4925
Mayo	5152
Junio	5152
Julio	5152
Agosto	5152
Septiembre	5152
Octubre	5152
Noviembre	5152
Diciembre	5152
TOTAL	5076

4.2.2 Demanda del GNV en Santa Elena.

En la provincia de Santa Elena, el consumo de GNV se limita únicamente a los vehículos pertenecientes a la empresa que opera el Campo GGV; es decir, que la demanda es de este producto es baja, únicamente para 60 vehículos.

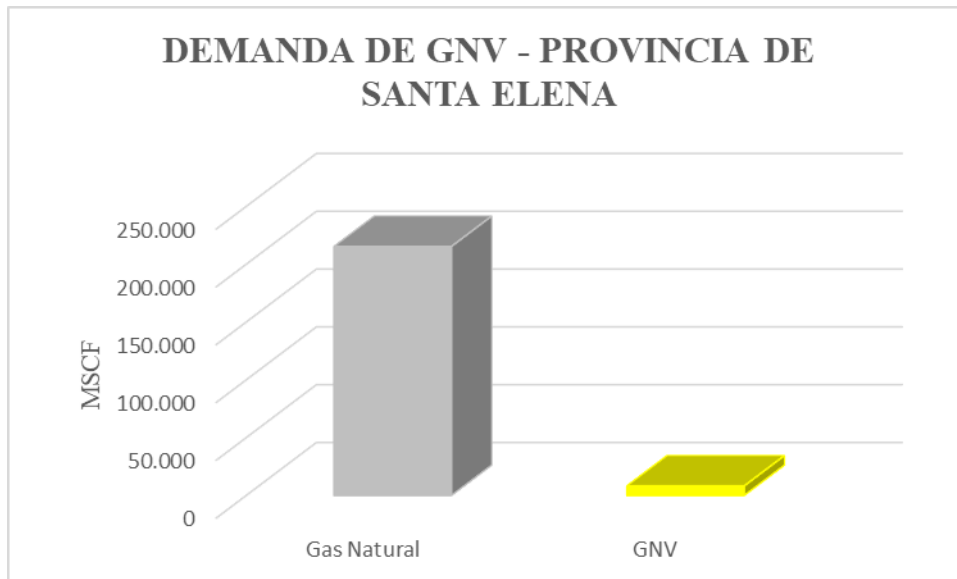


Figura 2 - Demanda de GNV vs Producción de GN (Pacifpetrol S.A.)

Aprovechando el 52.49% de la producción diaria obtenida de GN, incrementaría la oferta del producto, sin embargo, la demanda de este no incrementaría, generando pérdidas debido a la energía requerida para obtener el GNC y por la falta de almacenamiento de este. Por lo tanto, para el aprovechamiento total del GN obtenido del Campo GGV, también se requiere la adecuación o ampliación de las estaciones de compresión, planta de extracción de gasolina y deshidratación de GN, planta de purificación del gas y la estación de servicio, siempre y cuando las plantas antes mencionadas no tengan la capacidad de operar grandes volúmenes de gas.

4.3 CUANTIFICACIÓN DEL VOLUMEN DE GN NECESARIO MEDIANTE UN ESTUDIO ESTADÍSTICO-ENCUESTA.

Para poder obtener un promedio de cuantos kilómetros recorre un vehículo diariamente en la provincia de Santa Elena, se realizó una encuesta a un determinado grupo de personas que usan vehículos livianos.

Tabla 8 - Información básica de los vehículos de la provincia de Santa Elena (encuesta)

¿Qué tipo de vehículo usa usted?	¿Qué tipo de combustible usa su vehículo?	¿Cuántos km recorre diariamente su vehículo?
Taxi	Gasolina	200
Sedan (particular)	Gasolina	20
Suv	Gasolina	100
Camioneta	Gasolina	7
Sedan (particular)	Gasolina	15
Taxi	Gasolina	300
Taxi	Gasolina	300
Sedan (particular)	Gasolina	125
Camioneta	Diésel	20
Otros	Gasolina	25
Sedan (particular)	Gasolina	60
Taxi	Gasolina	200
Camioneta	Diésel	50
Otros	Gasolina	15
Taxi	Gasolina	200
Taxi	Gasolina	200
Otros	Gasolina	6
Otros	Gasolina	5
Sedan (particular)	Gasolina	10
Sedan (particular)	Gasolina	100
Otros	Diésel	4
Sedan (particular)	Gasolina	3
Camioneta	Gasolina	40
Otros	Gasolina	20
Taxi	GLP	50
Camioneta	Diésel	30
Camioneta	Gasolina	5
Camioneta	Gasolina	10
Taxi	Gasolina	200
Taxi	Gasolina	300
Taxi	Gasolina	300
Camioneta	Gasolina	20
Taxi	Diésel	1
Taxi	Gasolina	50

A continuación Tabla 8

Taxi	Gasolina	50
Sedan (particular)	Gasolina	1
Taxi	Gasolina	20
Otros	Gasolina	40
Taxi	Gasolina	400
Taxi	Gasolina	150
Taxi	Gasolina	200
Suv	Gasolina	30
Taxi	Gasolina	5
Otros	Gasolina	15
Sedan (particular)	Gasolina	300
Sedan (particular)	Gasolina	3
Otros	Gasolina	40
Otros	Gasolina	40
Sedan (particular)	Gasolina	50
Sedan (particular)	Gasolina	20
Camioneta	Gasolina	50
Sedan (particular)	Gasolina	20
Sedan (particular)	Gasolina	200
Otros	Gasolina	2
Otros	Gasolina	300
Sedan (particular)	Gasolina	8
Otros	Gasolina	70
Sedan (particular)	Gasolina	5
Otros	Gasolina	10
Taxi	Gasolina	30
Taxi	Gasolina	250
Sedan (particular)	Gasolina	5
Sedan (particular)	Gasolina	6
Sedan (particular)	Gasolina	5
Camioneta	Gasolina	50
Sedan (particular)	Gasolina	200

Tabla 9 - Vehículos tipo sedán Km/d (Encuesta)

VEHICULOS TIPO SEDÁN	KM/D
Taxi	170,30
Particular	57,80

Una vez analizada la Tabla 9, podemos observar que solo se tomó datos de los vehículos tipo sedan (particular y taxis), donde los taxis tienen un recorrido promedio de 170.30 km/d y los particulares un recorrido promedio de 57,80 km/d, con una capacidad portante de 5 pasajeros públicos y privados.

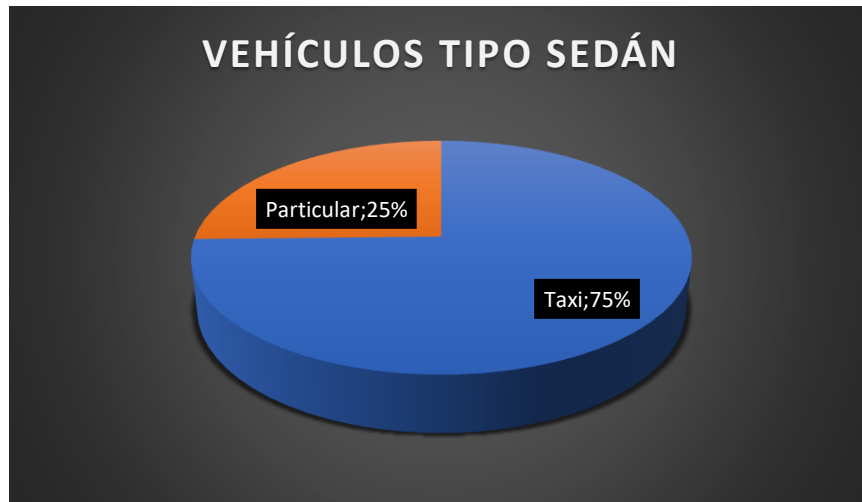


Figura 3 - Vehículos tipo sedán "Particulares vs Taxis"

En la Figura 3, el 75% de la población de la provincia de Santa Elena usan vehículos tipo sedán (taxis) y el 25% vehículos tipo sedán (particulares).

Por otro lado, el índice de Wobbe, es una ecuación que se utiliza muy a menudo para caracterizar el intercambio de un combustible, en este caso usaremos esta ecuación para cuantificar el volumen de GN por día necesita un vehículo tipo sedan que recorre aproximadamente 200 km/d.

Fórmula:

$$W = \frac{Pc}{\sqrt{SG}} \quad (8)$$

- W: índice de wobbe.
- Pc: poder calorífico.
- SG: gravedad especifica del combustible.

A continuación, realizaremos el índice de wobbe.

- Para el gas.

$$Pc = 8,400 \frac{kcal}{m^3} \quad (9)$$

- $SG = 0,68$

- $W = ?$

$$W = \frac{8,400 \frac{kcal}{m^3}}{\sqrt{0,68}} \quad (10)$$

$$W = 10,186.5 \frac{kcal}{m^3} \quad (11)$$

Convertimos a $\frac{BTU}{m^3}$:

$$10,186.5 \frac{kcal}{m^3} \times \frac{1 \frac{BTU}{m^3}}{0.252 \frac{kcal}{m^3}} = 40,422.62 \frac{BTU}{m^3} \quad (12)$$

- Para la gasolina.

- $Pc = 47,300 \frac{kcal}{m^3}$

- $SG = 3,5$

- $W = ?$

$$W = \frac{47,300 \frac{kcal}{m^3}}{\sqrt{3,5}} \quad (13)$$

$$W = 5,986.7 \frac{kcal}{m^3} \quad (14)$$

Convertimos a $\frac{BTU}{galón}$:

$$5,986.7 \frac{kcal}{kg} \times \frac{1,80 \frac{BTU}{galón}}{1 \frac{kcal}{kg}} = 109,153.8 \frac{BTU}{galón} \quad (15)$$

Por otro lado, en la ecuación

$$\frac{125,000 \text{ BTU}}{35,069 \text{ BTU}} = 3,56440161 \text{ m}^3 \quad (16)$$

realizamos una equivalencia entre la gasolina y GN por lo que en términos de equivalencia de energía del GN es en BTU, estudios de informes estadísticos año 2013, por la empresa Petroecuador el GN se lo comercializa en metros cúbicos donde un metro cubico se encuentra en 0.30 centavos de dólar.

Para poder conocer cuantos metros cúbicos contiene un galón de gasolina, debemos de hacer una relación de cuantos BTU tiene un galón de gasolina y un metro cúbico de GN.

- 1 galón de gasolina = 125000BTU
- 1 m³ de GN = 35069 BTU

$$\frac{125,000 \text{ BTU}}{35,069 \text{ BTU}} = 3,56440161 \text{ m}^3 \quad (16)$$

Un vehículo tipo sedán que recorre aproximadamente 200 km/d necesita 5 galones para abastecerse por día, es decir que necesita 17.82m³ para recorrer diariamente.

Un galón de gasolina equivale a 3.56m³ de GN, donde en la ecuación

$$\frac{3,564 \text{ m}^3 \times 0.30 \text{ ctvs}}{1 \text{ m}^3} = \$1.068 \text{ ctvs} \quad (17)$$

realizamos una regla de tres simple para conocer el valor de esos metros cúbicos:

$$\frac{3,564 \text{ m}^3 \times 0.30 \text{ ctvs}}{1 \text{ m}^3} = \$1.068 \text{ ctvs} \quad (17)$$

- El precio del GN es de \$1.068 centavos de dólar (equivalente a un galón en m³)
- El precio actual de un galón de gasolina es de \$2.55 centavos de dólar.

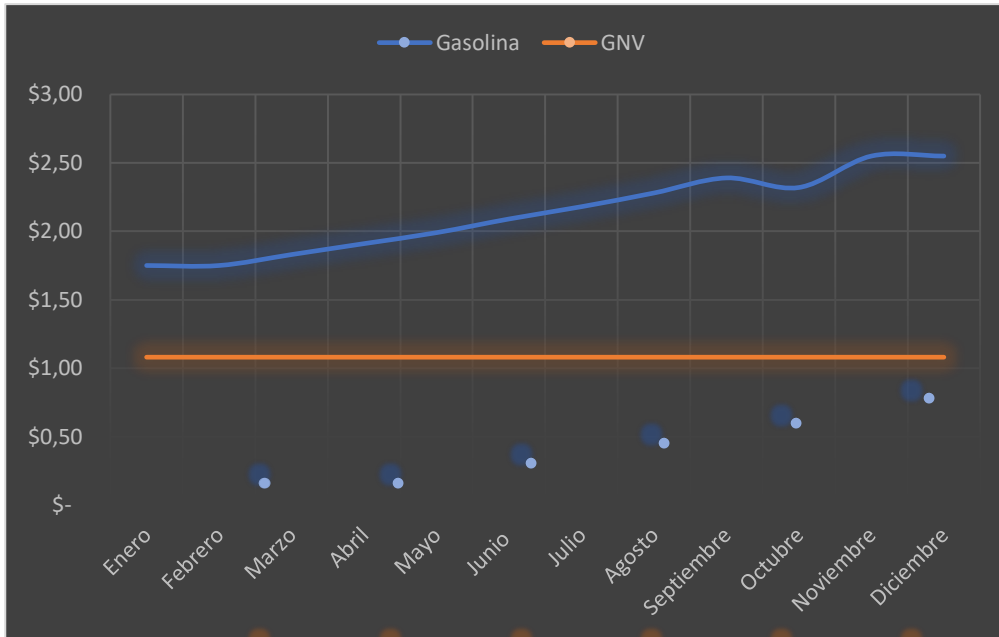


Figura 4 - Precio de Gasolina y GNV

Tabla 10 - Comparación del precio de la gasolina (galón) vs GNV (m3).

Gasolina vs GNV		
Tipo de combustible		Valor
Gasolina	\$	2,55
GNV	\$	1,068
<u>Ahorro</u>	\$	1,47

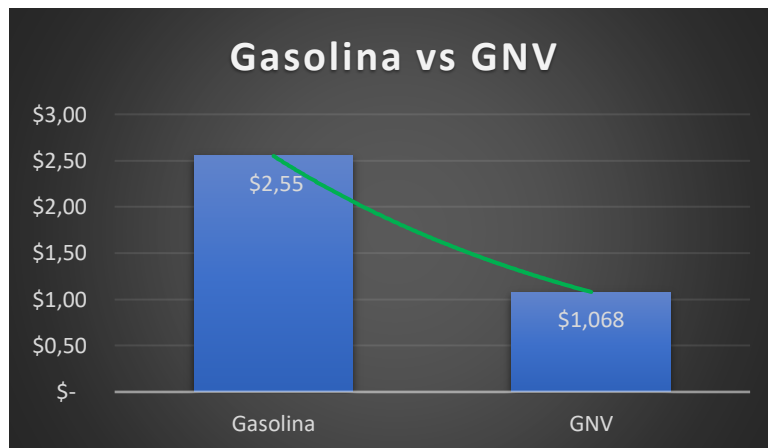


Figura 5 - Diferencia del precio "Gasolina vs GNV"



Figura 6 - Uso de Gasolina y GNV en los vehículos tipo sedán

La Figura 6 nos refleja que al ocupar el GNV como combustible en los vehículos tipo sedán habrá un porcentaje de ahorro del 70%, mientras que al usar gasolina como combustible habrá solo un 30% de ahorro. En cifras de dólares tendremos un ahorro de \$1.48 por m^3 al usar GNV.

4.3.1 Demanda del volumen de GNV necesario en la provincia de Santa Elena.

A continuación, se presentarán unas graficas de Km/d vs mes de cuanto recorrerían los 41 vehículos por día, mes y año para así conocer la demanda del volumen de GNV que se usaría aproximadamente en la provincia de Santa Elena para el año 2022.

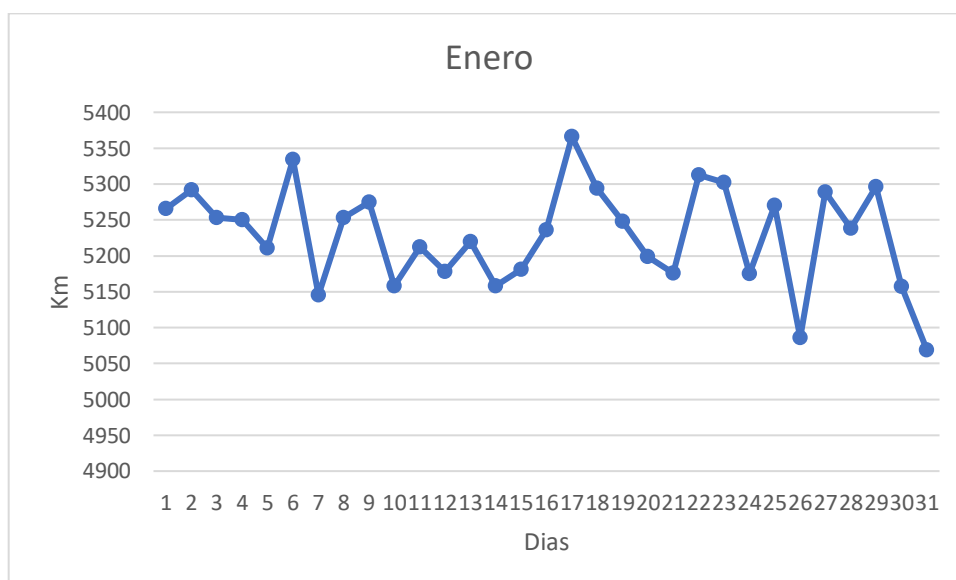


Figura 7 - Recorrido de un vehículo tipo sedán del mes de "Enero"

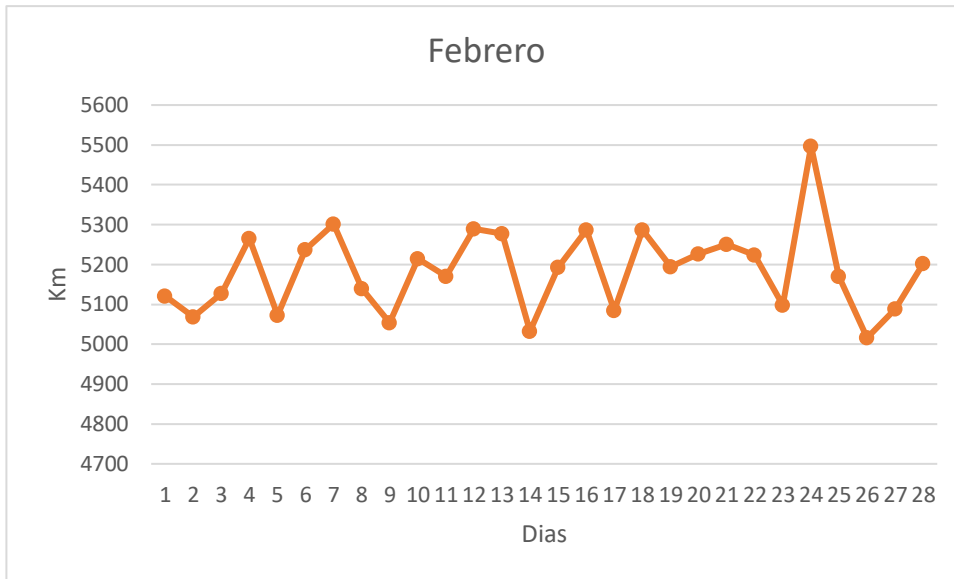


Figura 8 - Recorrido de un vehículo tipo sedán del mes de "Febrero"

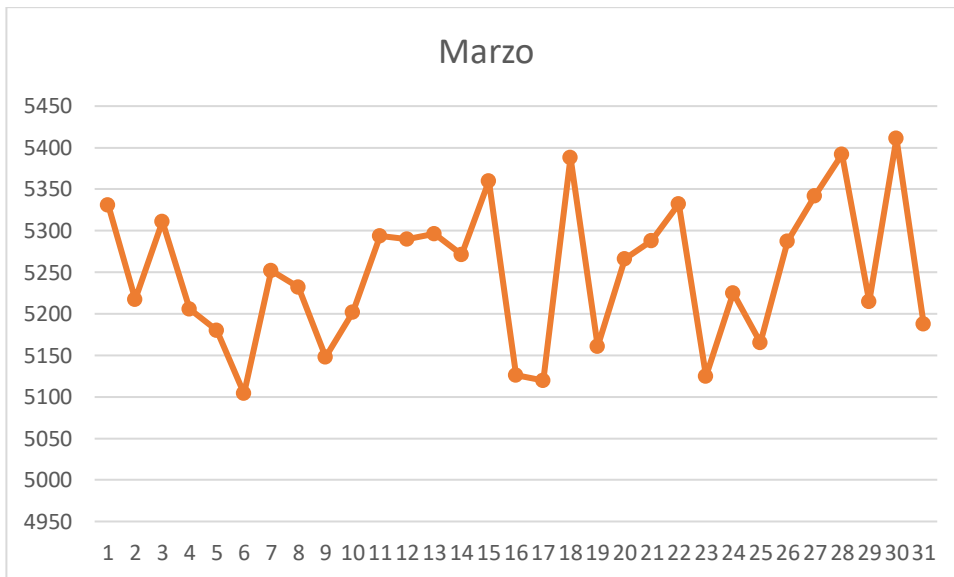


Figura 9 - Recorrido de un vehículo tipo sedán del mes de "Marzo"

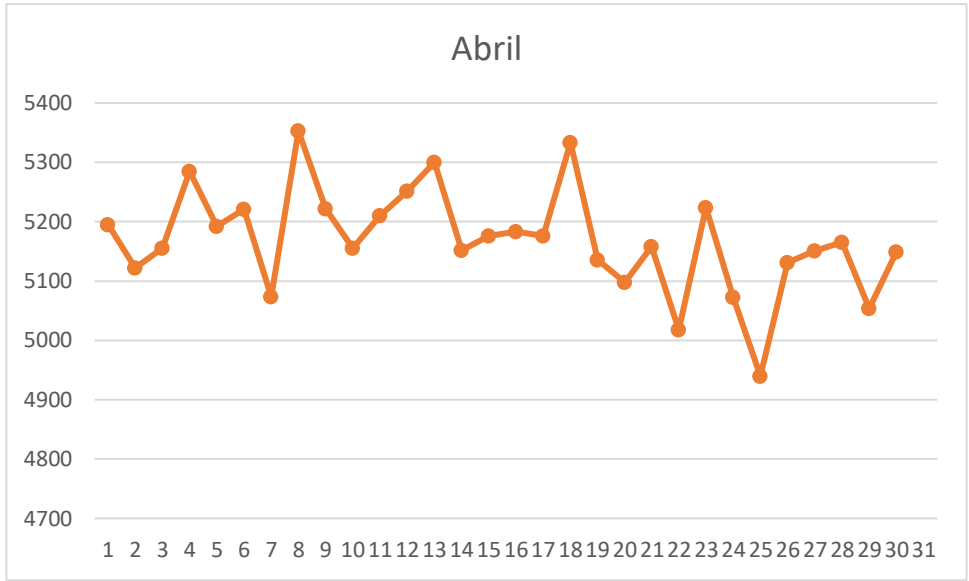


Figura 10 - Recorrido de un vehículo tipo sedán del mes de "Abril"

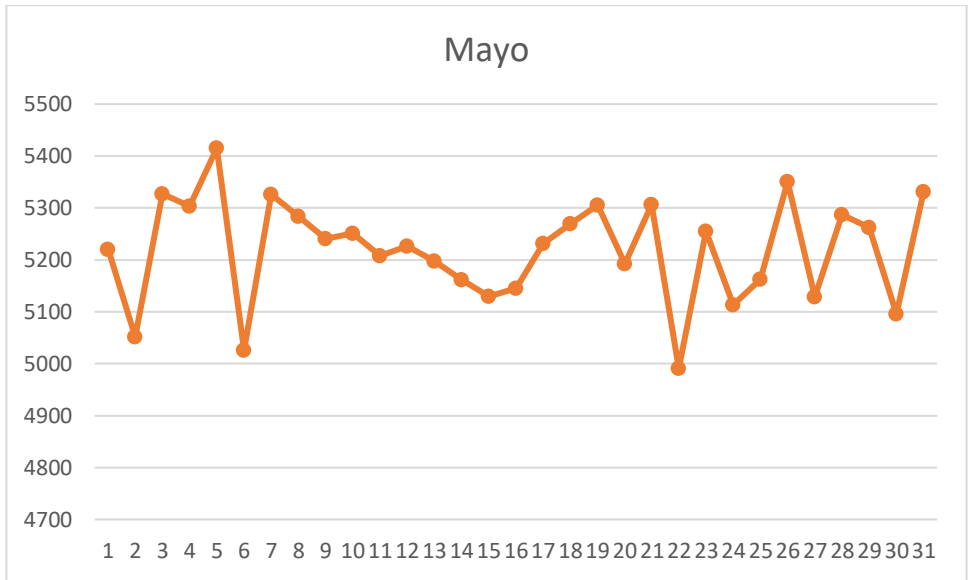


Figura 11 - Recorrido de un vehículo tipo sedán del mes de "Mayo"

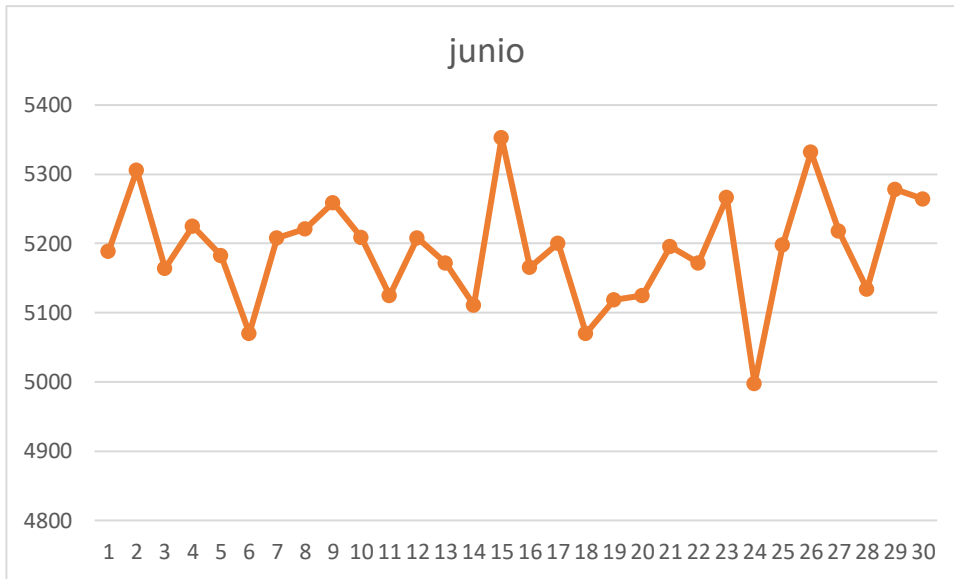


Figura 12 - Recorrido de un vehículo tipo sedán del mes de "Junio"

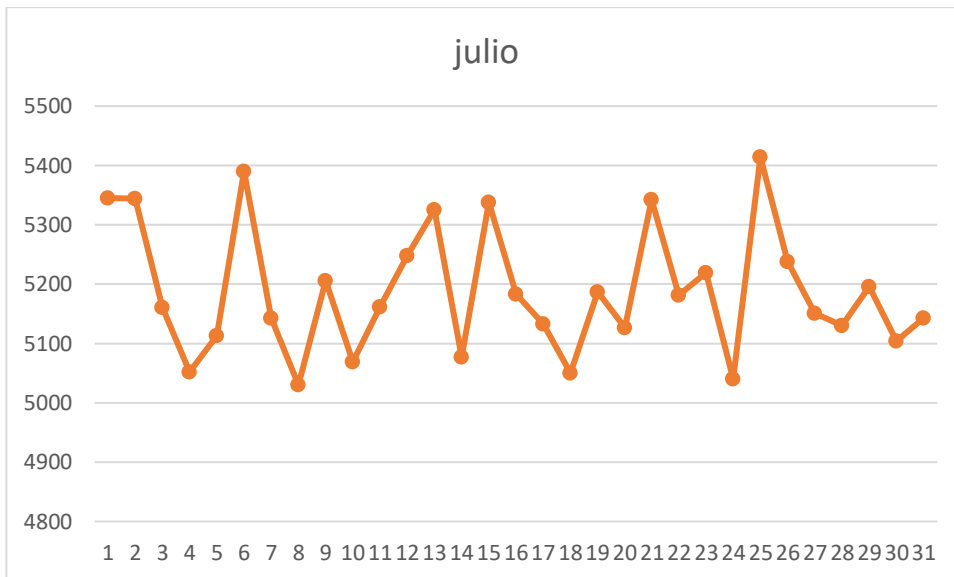


Figura 13 - Recorrido de un vehículo tipo sedán del mes de "Julio"

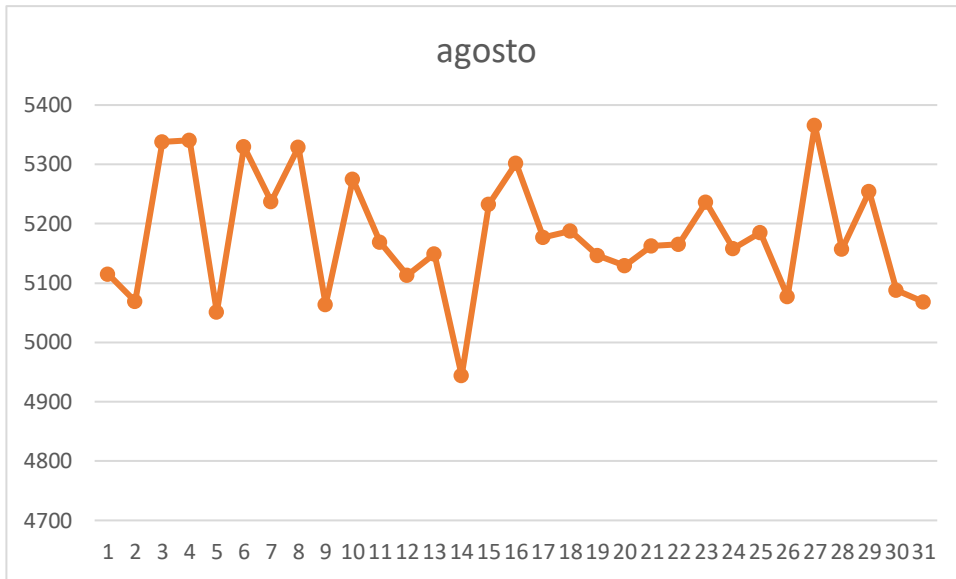


Figura 14 - Recorrido de un vehículo tipo sedán del mes de "Agosto"

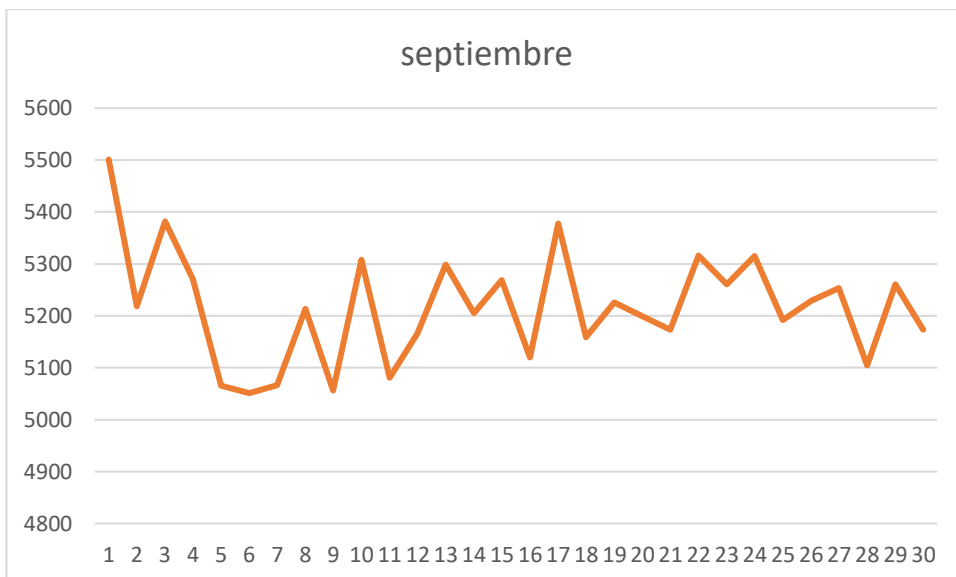


Figura 15 - Recorrido de un vehículo tipo sedán del mes de "Septiembre"

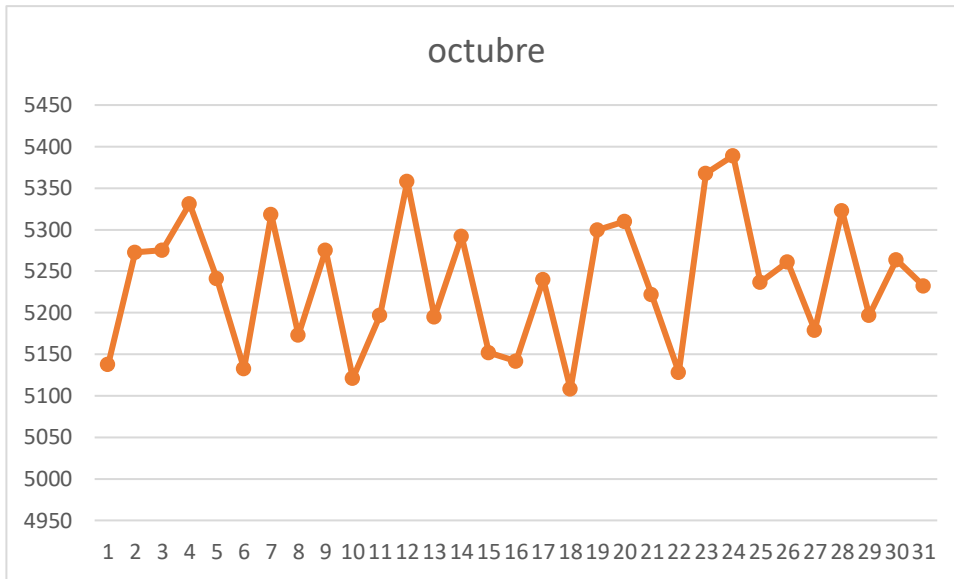


Figura 16 - Recorrido de un vehículo tipo sedán del mes de "Octubre"

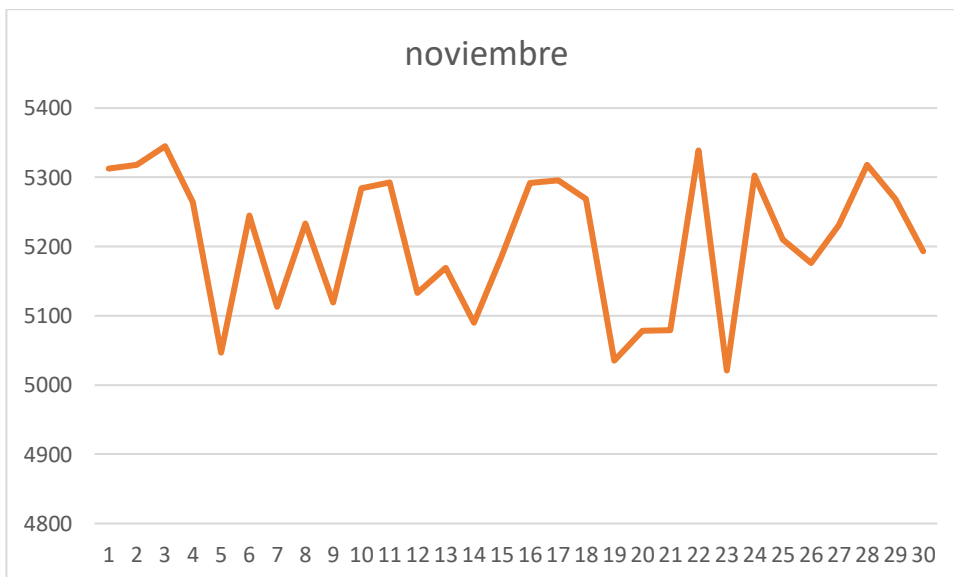


Figura 17 - Recorrido de un vehículo tipo sedán del mes de "Noviembre"

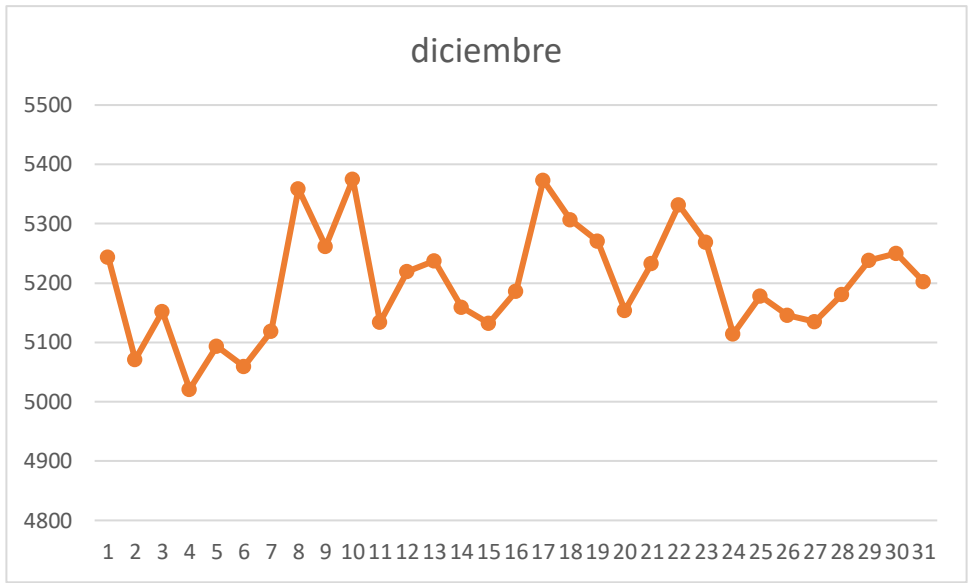


Figura 18 - Recorrido de un vehículo tipo sedán del mes de "Diciembre"

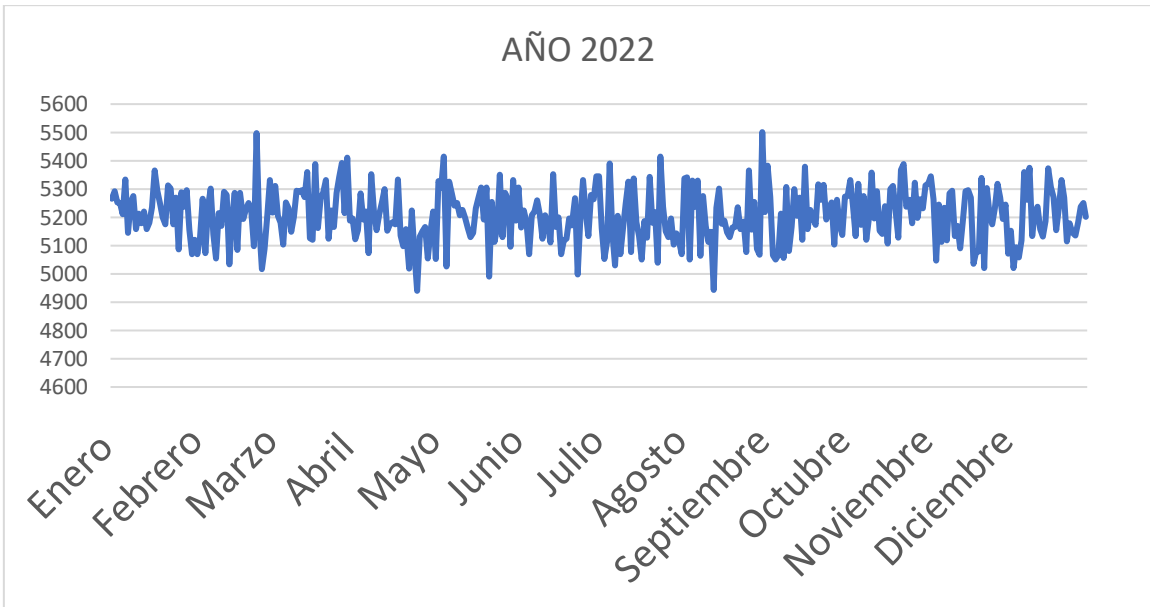


Figura 19 - Recorrido de un vehículo tipo sedán del año 2022

Tabla 11 - Total Km/anual 2022

Meses	Km/mes
Enero	5238,548
Febrero	5185,500
Marzo	5249,194
Abril	5168,433
Mayo	5219,194
Junio	5191,333
Julio	5188,419
Agosto	5181,161
Septiembre	5217,000
Octubre	5237,806
Noviembre	5208,700
Diciembre	5200,194
Total	62485,483

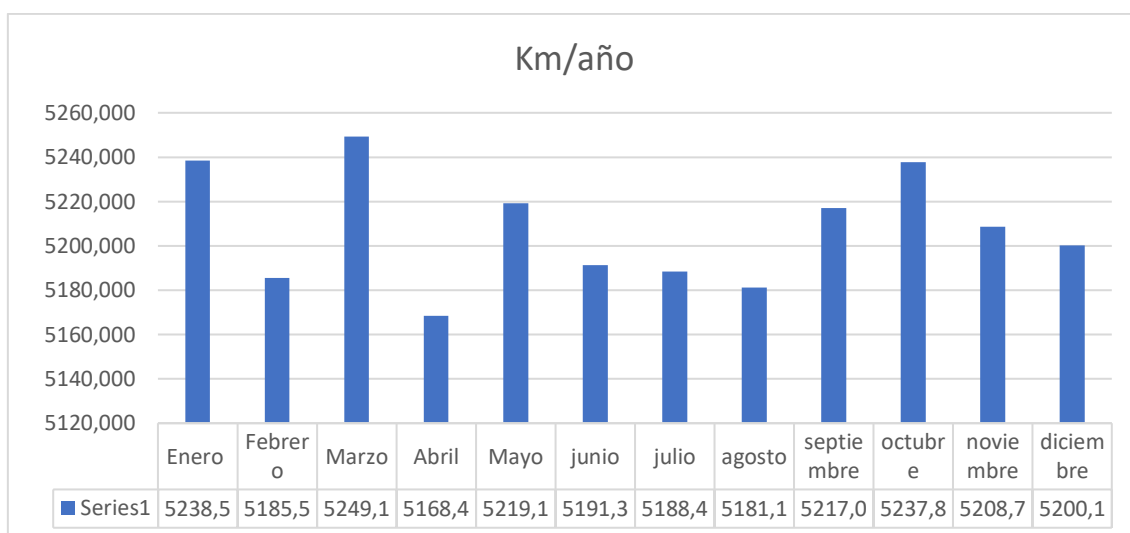


Figura 20 - Total Km/anual 2022

Con los datos que reflejan la tabla 11 podemos describir que Aproximadamente cada vehículo tipo sedán que tenga el sistema de GNV en el año 2022 recorrerían 62485,483 kilómetros cada uno, eso quiere decir que mensualmente cada vehículo recorrería 5.207,12358km/m y diariamente 173.57 km/d, es decir que está dentro del rango de los 200 km/d que recorrería un vehículo con sistema GNV, entonces llevando esa cantidad de kilómetros por día se tendrá que cada vehículo necesitara aproximadamente 1296 m³ por día, por lo que el campo GGV demanda mucho más GN y se podría tener en cuenta que más vehículos de la provincia de Santa Elena podrían cambiarse a GNV.

Tabla 12 - Gasto diario de un vehículo tipo sedán a GNV

GNV			
Año 2022	Km	m3	\$
Día	173,57	17,82	\$5,346
mes	5207,12	534,6	\$160,38
año	62485,48	6415,2	\$1.924,56

Tabla 13 - Gasto Diario de un vehículo tipo sedán a gasolina

Gasolina			
Año 2022	Km	galón	\$
Día	173,57	5	\$12,75
mes	5207,12	150	\$382,50
año	62485,48	1800	\$4.590,00

4.4 EVALUACIÓN DE LA TRANSICIÓN DEL USO DE COMBUSTIBLES A GNV EN VEHÍCULOS TIPO SEDAN DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA.

Realizando el cambio de gasolina a GNV como combustible, también tiene sus ventajas, a lo largo de los años se ha llegado a la conclusión que es una energía limpia por lo que el GN emana menos CO_2 , no es toxico, es más económico que la gasolina, el GNV como combustible hace que tenga más tiempo de vida el motor del vehículo, la batería, los inyectores, etc. Si la población llegase a elegir este tipo de combustible para sus vehículos como es el GNV muy aparte de que sea favorable en el mismo también sería económicamente favorable para el bolsillo del usuario y así la provincia de Santa Elena ambientalmente sería un ejemplo positivo para el país.

4.4.1 Conversión del sistema de combustión vehicular de gasolina a GNV.

a) Componentes que se necesitan para adaptar el vehículo a GNV.

- Cilindro para GNV
- Tubería de Alta Presión
- Válvula de carga
- Válvula de llenado y seguridad
- Filtro de Gas

- Regulador de presión.
- Computadora
- Riel de Inyectores
- Manómetro
- Botón GNV

Para poder realizar la conversión de un vehículo de gasolinas, diésel u otro combustible a GNV debemos de conocer el siguiente proceso:

Se realiza una pre-conversión analizando los siguientes aspectos, se deberá realizar un diagnóstico completo del vehículo:

- Sistema mecánico
- Motor
- Electricidad
- Refrigeración
- Alimentación de combustible
- Lubricación

a) Proceso de funcionamiento del GNV en un vehículo

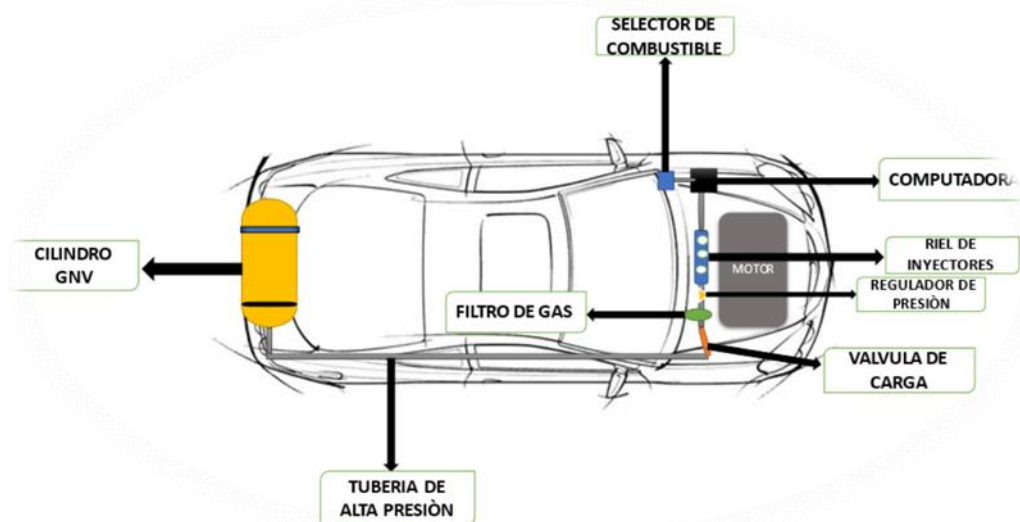


Figura 21- Funcionamiento del GNV en un vehículo

En la figura 21 se observa el cilindro que es conectado por una vía llamada válvula de llenado por donde ingresa el gas al vehículo, luego se almacena en el cilindro (recipiente hermético diseñado para almacenar GN a alta presión) mismo que cuenta con una válvula de seguridad, al encender el vehículo el gas recorre la tubería (conducto de acero flexible que permite transportar el gas a los diferentes componentes del sistema) el gas llega hasta el regulador el cual sirve para reducir la presión del gas que ingresa al motor, esto se debe a que el GNV se almacena a alta presión, luego de esto llega al riel de inyectores, el gas pasa a través de impulsos por cada inyector e ingresa por múltiple anuncio de aire al motor variando el tiempo de inyección del gas según indica la computadora que analiza los datos emitidos por los sensores (de temperatura, MAF, oxígeno, CKP). Existe un pequeño dispositivo electrónico que es un CHIP que se deberá actualizar cada año, en él se registra la información del vehículo y controla si es apto para el suministro de gas para las estaciones de servicio.

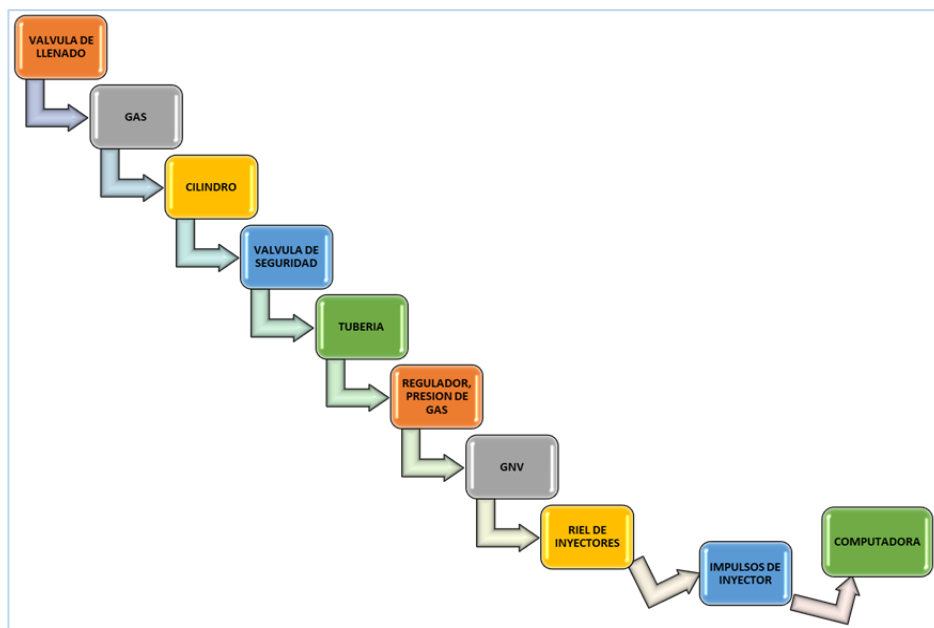


Figura 22- Diagrama de flujo del funcionamiento del GNV en un vehículo.

4.5 ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE LA CUANTIFICACIÓN DEL VOLUMEN QUE SE CONSUMIRÁ DIARIAMENTE DE GN POR EL USO DE GNV EN VEHÍCULOS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA.

4.5.1 Características de los cilindros de GNC que existen para GN.

Tabla 14 - Características de cilindros Tipo I para uso vehicular (novagnc, s.f.)

Diámetro (mm)	Volumen (litros)	Longitud final (mm)	Peso (kg)	Capacidad (m^3)	Equivalente nafta (litros)	Equivalente combustible (galón)
232	21	640	26	5.3	5.9	1.6
	28	830	33	7.0	7.9	2.1
	30	810	38	7.5	8.5	2.2
244	50	1280	56	12.5	14.1	3.7
	60	1520	65	15.0	17.0	4.5
	30	670	37	7.5	8.5	2.2
273	40	860	45	10.0	11.3	3
	45	950	47	11.3	12.7	3.4
	49	1020	51	12.3	13.8	3.6
299	60	1230	59	15.0	17.0	4.5
	48	860	54	12.0	13.6	3.5
	56	990	61	14.0	15.8	4.2
	56	860	59	14.0	15.8	4.2
323	58	890	61	14.5	16.4	4.3
	64	970	65	16.0	18.1	4.8
	80	1180	77	20.0	22.6	6
	100	1450	92	25.0	28.3	7.5
340	120	1710	106	30.0	33.9	8.9
	58	830	64	14.5	16.4	4.3
	62	870	67	15.5	17.5	4.6
	64	900	69	16.0	18.1	4.8
	90	1210	88	22.5	25.4	6.7
355	100	1330	95	25.0	28.3	7.5
	140	1810	125	35.0	39.6	10
	64	840	68	16.0	18.1	4.8
	70	900	72	17.9	19.8	5.2
406	80	1010	79	20.0	22.6	6
	120	1170	126	30.0	33.9	9
	140	1670	122	35.0	39.6	10
457	90	920	103	22.5	25.4	6.7
	100	1000	110	25.0	28.3	7.5
	120	1170	126	30.0	33.9	9
457	150	1430	149	37.5	42.4	11
	120	970	135	30.0	33.9	8.2
	160	1240	165	40.0	45.2	8.2

4.5.2 Características del cilindro elegido para los vehículos tipo sedán.

En la Tabla 15 se presenta las características del cilindro que vamos a utilizar para el estudio, considerando a los vehículos tipo sedán es recomendable el uso de los cilindros de 17.9 m³ de capacidad, cuya equivalencia en nafta (gasolina) es de 19.8 lt, lo cual le asegura un recorrido de 200 km. Cabe señalar que la transición de gas a gasolina no genera ningún daño o efecto en el motor, es decir, que un vehículo puede cambiar de combustible durante un recorrido sin afectar al motor o presentar algún tipo de inconveniente.

Tabla 15 - Tipo de cilindro elegido para taxi-liviano (novagnc.com)

Diámetro (mm)	Volumen (litros)	Longitud final (mm)	Peso (Kg)	Capacidad (m ³)	Equivalente nafta (litros)	Equivalente combustible (galón)
355	70	900	72	17.9	19.8	5.2

Para determinar la cantidad de vehículos que puedan utilizar un sistema bi-fuel en la Provincia de Santa Elena, partiremos haciendo un análisis considerando la utilización del 100% del abastecimiento de la producción de GN del Campo GGV, considerando que el 46.58% es destinado a la generación de energía eléctrica.

Tabla 16: Reporte de GN – Campo GGV (Pacifpetrol S.A.)

	Gas producido (MSCF)	Gas energía (MSCF)	GNV (MSCF)	Gas quemado (MSCF)
Producción Prom/día	225.421	105.016	8.112	110.231

Debido a que la empresa operadora del Campo GGV ocupa aproximadamente 113.128 MSCF de GN para sus operaciones; entonces, en el presente trabajo nos enfocaremos en el volumen del gas quemado 110.231 MSCF (3121.394,31 m³). El GNV puede ser utilizado como GNL o GNC, sin embargo, nos basaremos 100% al uso del GNV como GNC.

Tabla 17 – Vehículos livianos matriculados en Santa Elena 2021 (agencia nacional de tránsito, ANT)

Vehículos livianos matriculados, año 2021	
Provincia	Total
Santa Elena	11216

Para el presente estudio, únicamente se tomarán en cuenta los vehículos tipo sedán cuyo motor utilice gasolina como combustible. Analizando la tabla anterior, podemos observar que, de 11216 vehículos livianos matriculados en la provincia de Santa Elena, 5172 son vehículos tipo sedán.

Tabla 18 – Vehículos tipo sedán matriculados en la Provincia de Santa Elena (ANT)

Vehículos tipo sedán matriculados en la Provincia de Santa Elena		
Cantidad de vehículos	Kilómetros recorridos por día	Equivalencia de los km recorridos en GNV
5172	200	92165.04m ³

El valor de la equivalencia de los Km recorridos en GNV de la *Tabla 18* se obtuvo de la (ecuación 8) con la ayuda de los datos de la tabla 10.

$$Km \text{ recorridos} = (5172 \times 17.82 m^3) = 92165.04 m^3 \quad (18)$$

Como se puede observar en la Tabla 18, se requiere de 90510m³ de GNV por día para satisfacer la demanda en los vehículos tipo sedán de la provincia de Santa Elena.

De la Tabla 6 donde se refleja que el campo GGV por 28 días genera aproximadamente 110231Mscf de gas quemado, entonces convertidos a m³ da un valor de 3121394.32m³ que, dividiendo ese valor para los 28 días, tenemos 111478.37m³, Es decir que si para 5172 vehículos tipo sedán se requiere 92165.04m³ para abastecer diariamente y utilizando los 110231Mscf de gas quemado podríamos abastecer a los vehículos tipo sedan con GNV como combustible.

4.5.3 Estudio técnico-económico.

En la provincia de Santa Elena actualmente no cuenta con un proyecto donde vehículos que usen gasolina como combustible hayan aplicado al sistema de GNV, en este estudio técnico-económico se conocerá de cuanta inversión se necesita para que un vehículo tipo sedán utilice el sistema de GNV. Como datos

Principal se tomará para el estudio a los 41 encuestados para los kits de conversión que se usó para conocer cuantos kilómetros por día recorría un vehículo tipo sedan y el volumen de GN necesario para abastecer un vehículo diariamente. Se hará una comparación del uso de gasolina como combustible y el GNV reflejándolo en cinco años donde concluiremos si el proyecto es rentable o no para la aplicación de todos los vehículos de la provincia de Santa Elena.

➤ **Inversión del proyecto.**

Tabla 19 - Costo de inversión para la conversión de gasolina a GNV

Materiales	Precio unitario	Precio total
Kits de conversión	\$ 2.000,00	\$ 82.000,00
Suministro de GN	\$ 60.000,00	\$ 60.000,00
Mano de obra	\$ 500,00	\$ 30.000,00
Alquiler	\$ 350,00	\$ 21.000,00
Capacitaciones	\$ 300,00	\$ 9.000,00
TOTAL	\$ 63.150,00	\$ 202.000,00

El costo total para la implementación de este proyecto será de 202.000,00 dólares, el kit de conversión es de los 41 encuestados, el suministro de GN es el producto comprimido y suministrado de GN, la mano de obra es lo que costara la instalación del sistema a GNV, el alquiler es el lugar donde se realizara la instalación y las capacitaciones serán dadas para el personal que hará la conversión.

a) **Costos operativos proyectados a cinco años**

➤ **Costo mensual y anual del personal.**

Tabla 20 - Salario mensual del personal

Personal	Salario mensual
Jefe administrador	\$ 1.500,00
Trabajador 1	\$ 800,00
Trabajador 2	\$ 800,00
Jefe mecánico	\$ 1.200,00
Mecánico	\$ 1.000,00
TOTAL MENSUAL	\$ 5.300,00
TOTAL ANUAL	\$ 63.600,00

Tabla 21 - Salario anual del personal proyectado a 5 años

AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
\$ 63.600,00	\$ 63.600,00	\$ 63.600,00	\$ 63.600,00	\$ 63.600,00

El salario mensual para el personal será de \$5.300,00 dólares y proyectándolo para los 5 años que duraría el proyecto tendremos un total de \$63.600,00 dólares anuales.

➤ **Costo mensual y anual del GN.**

El GN se obtendría del campo GGV donde el metro cubico estimando aproximadamente está a \$0.30 centavos de dólar (año 2021) por lo que cada vehículo necesita cinco galones de gasolina como combustible lo que equivale a 3.564 m³ a \$1,068 dólares, para los 41 vehículos que se usaran de muestra se necesitan 730.62 m³ para abastecer con 17.82 m³ a cada vehículo diariamente, siendo un total de 25.62 MM BTU por día.

Tabla 22 - Costo MM BTU anual proyectado a 5 años

AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
\$ 9.673,944	\$ 9.673,944	\$ 9.673,944	\$ 9.673,944	\$ 9.673,944

El costo de MM BTU por año será de \$ 9.673,94 dólares, valor que obtuvimos de los 730.62m³ convirtiéndolos a MM BTU.

➤ **Costos mensual y anual de servicios básicos.**

Se hará el costo aproximado de la energía eléctrica, el agua potable, teléfono y otros gastos varios para mantenimiento de estos. Los valores de los servicios básicos pueden variar dependiendo del consumo diario, dichos valores son aproximaciones.

En la provincia de Santa Elena el consumo de:

- ✓ Energía eléctrica es de \$0.12ctvs por cada kilowatt
- ✓ Agua potable es de \$0.40ctvs por cada m³

Tabla 23 - Costo de servicios básicos anual proyectado a 5 años

Servicios básicos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Energía eléctrica	\$1.728,00	\$1.728,00	\$1.728,00	\$1.728,00	\$1.728,00
Agua potable	\$650,00	\$650,00	\$650,00	\$650,00	\$650,00

Teléfono	\$50,00	\$50,00	\$50,00	\$50,00	\$50,00
Gastos varios por mantenimiento	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00	\$2.000,00
TOTAL	\$4.428,00	\$4.428,00	\$4.428,00	\$4.428,00	\$4.428,00

➤ **Costo total anual.**

Tabla 24 - Costo total anual proyectado a 5 años

Costo total anual	
Costo anual del personal	\$63.600,00
Costo anual del GN	\$9.673,94
Costo anual de los servicios básicos	\$4.428,00
COSTO TOTAL ANUAL	\$77.701,94

➤ **Inversión de la transición del uso de gasolina como combustible a GNV.**

Tabla 25 - Transición del uso de gasolina vs GNV de los 41 encuestados.

Unidad	Gasolina	GNV
	Galón	m ³
Precio de la unidad	\$2,55	\$0,30
Equivalencia en volumen	1 galón	3,56m ³
Kilómetros recorridos por día	200km/d	200km/d
Equivalencia en recorrido	5galones	17.5m ³
Valor de consumo	\$12,75	\$5,34
Vehículos tipo sedán convertidos	41	41
Días laborales	350	350
Costos anuales	\$182.962,50	\$75.337,50
Ahorro	\$0,00	\$107.625,00

Tabla 26 - Costo anual por la transición a GNV.

Tiempo	Gasolina	GNV	Ahorro
kit de conversión	\$0,00	\$2.000,00	-
Día	\$12,75	\$10,66	\$2,09
Mes	\$382,50	\$319,79	\$62,71
Año	\$4.462,50	\$3.837,50	\$625,00

En la tabla 26, el costo anual por la transición a GNV que tendrá un vehículo en el primer año adquiriendo ese sistema más el costo del kit de conversión será de \$3.837,50 dólares mientras que un vehículo que este usando gasolina como combustible tendrá un gasto por año de \$4.462,50 dólares, es decir que en el

primer año de uso del sistema GNV habrá un ahorro para el bolsillo del dueño del vehículo a GNV de \$625,00 dólares.

Tabla 27 - Costo anual del uso de Gasolina vs GNV.

Tiempo	Gasolina	GNV	Ahorro
Día	\$12,75	\$5,34	\$7,41
Mes	\$382,50	\$160,20	\$222,30
Año	\$4.462,50	\$1.869,00	\$2.593,50

En la tabla 27 se refleja los valores que a partir del 2do año será el gasto neto de que un vehículo tipo sedan use el sistema de GNV. Es decir que por año gastará \$1.869,00 dólares mientras que usando gasolina como combustible será de \$4.462,50 dólares, por año un vehículo con ese sistema tendrá un ahorro de \$2.593,50 dólares. Por lo tanto, un vehículo que tenga el sistema de GNV será 100% económicamente recomendable para el usuario.

➤ **Costo anual de la gasolina como combustible y GNV.**

Tabla 28 - Costo anual "Gasolina vs GNV"

Tipo de combustible	Gasolina	GNV
Cantidad de volumen anual	71750 galones	255717m ³
Cantidad total anual	\$182.962,50	\$ 9.673,94

➤ **Estudio económico.**

Tabla 29 - Estudio económico del consumo de GNV equivalente a un galón de gasolina proyectado a 5 años

Costos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Cantidad de volumen anual de GN en MM BTU/ anual	8967,00	8967,00	8967,00	8967,00	8967,00
Cantidad de volumen anual de GN en m ³	255694,00	255694,00	255694,00	255694,00	255694,00
Cantidad de volumen anual de gasolina	71750,00	71750,00	71750,00	71750,00	71750,00
Costo anual del GN	\$ 9.673,94	\$ 9.673,94	\$ 9.673,94	\$ 9.673,94	\$ 9.673,94

Costo anual de gasolina	\$182.962,50	\$182.962,50	\$182.962,50	\$182.962,50	\$182.962,50
Ingreso anual por el uso de GNV	\$173.288,56	\$173.288,56	\$173.288,56	\$173.288,56	\$173.288,56

➤ **Flujo de caja.**

Tabla 30 - Flujo de caja del uso de GNV en un vehículo tipo sedán proyectado a 5 años

Años	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos	\$173.288,56	\$173.288,56	\$173.288,56	\$173.288,56	\$173.288,56
Egresos	\$77.701,94	\$77.701,94	\$77.701,94	\$77.701,94	\$77.701,94
total	\$95.586,62	\$95.586,62	\$95.586,62	\$95.586,62	\$95.586,62
%			10%		
VAN			\$214.304,65		
TIR			41%		

La inversión total para la implementación del estudio técnico-económico para la transición del uso de combustible a GNV en los 41 vehículos tipo sedan tomados de la encuesta es de \$202.000,00 el cual tiene una duración de 5 años. Realizando el flujo de caja refleja una TIR del 41% y un VAN de \$214.304,65 dólares. Concluyendo con este estudio técnico-económico nos da un resultado favorable para ejecutarlo por lo que refleja un VAN y una TIR positiva.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Determinando las reservas nacionales de GN se considera que, en la provincia de Santa Elena, la calidad del gas para uso vehicular está garantizada en el Campo GGV y campo Amistad, a medida que se pretende brindar una alternativa sustentable.

En el desarrollo del GN y en específico para el GNV en la provincia de Santa Elena existe una caída de la producción del volumen de GN aproximada de 20 075 MSCF por año, se estima que para el año 2023 la empresa operadora podrá seguir cubriendo sus necesidades con respecto a la utilización del GN para generación eléctrica y GNV.

En el estudio se caracterizó la población de vehículos con capacidad portante de 5 pasajeros públicos y privados donde se enfocó en vehículos livianos y se escogió para el estudio datos de AEDE.

Mediante el estudio estadístico que se realizó mediante la encuesta se pudo conocer cuantos kilómetros recorre un vehículo tipo sedán diariamente en la provincia de Santa Elena, donde la encuesta reflejó que aproximadamente un vehículo tipo sedán (taxi) recorre 200 km/d y un vehículo tipo sedán (particular) recorre 60 km/d y a través de estos resultados se pudo cuantificar el volumen de GN donde un vehículo tipo sedán necesita $17.82 m^3$ para recorrer 200 km/d.

En el estudio técnico-económico se dio a conocer que para los 41 vehículos tipo sedán el volumen que se consumirá diariamente de GN por el uso de GNV será de $730.62m^3$, entonces utilizando los 110231Mscf de gas quemado que genera el campo GGV por mes tendríamos un total de $3121.394,32m^3$, es decir que el campo GGV abastecería con ese

volumen de gas quemado para los vehículos tipo sedán escogidos para este estudio en la provincia de Santa Elena, aplicando el sistema de GNV a los vehículos tipo sedán.

En la implementación del estudio técnico-económico, la inversión del proyecto tendrá un valor de \$202.000,00 dólares para que los 41 vehículos pasen del uso de gasolina como combustible al sistema de GNV, el estudio técnico-económico dio como resultado un VAR de \$214.304,65 y TIR del 41% positivo, es decir será un proyecto favorable por lo que a lo largo de los cinco años que durará el proyecto, se generarán ingresos.

Evaluando la transición del uso de combustibles a GNV saldrá mucho más rentable económicamente ya que el galón de gasolina como combustible tiene un valor de \$2.55 y en GNV haciendo la equivalencia un galón de gasolina es igual a $3.56m^3$ de GNV que es igual a \$1.068, realizando el cambio de gasolina a GNV como combustible, también tiene sus ventajas a lo largo del tiempo; es una energía limpia, no es toxica, es más económico que la gasolina y con bajo impacto ambiental, el GNV como combustible hace que tenga más tiempo de vida el motor del vehículo, la batería, los inyectores, etc.

5.2 RECOMENDACIONES

Dado que se cuantificó el volumen de GN necesario para los vehículos tipo sedán, para un mejor resultado se debe estudiar completamente el parque automotor para satisfacer la demanda potencial para el uso del GNV en la provincia de Santa Elena para que toda la población que use vehículos se pueda beneficiar de esta gran oportunidad y se reduce el impacto ambiental.

Para la caracterización con la población de vehículos con capacidad de 5 personas a parte de los vehículos tipo sedán para un mejor estudio sería factible escoger otros tipos de vehículos y así tener varias opciones de diseño para el sistema de GNV.

Se concluyo que el campo GGV cuantificara el volumen de GN y que se escogía el volumen de gas quemado, pero también sería recomendable estudiar otros campos como el campo amistad donde se encuentra mayor abastecimiento de GN.

Dentro de las reservas nacionales de GN es importante tener una segunda opción como es el campo amistad, por lo que el volumen de gas quemado del campo GGV es mínimo donde se señala que la producción ya sea de petróleo o GN pueden variar de acuerdo con los trabajos de estimulación o reacondicionamiento de pozos, es decir, que se puede prolongar e incrementar la producción del volumen de GN en el campo.

El análisis técnico sería más detallado si se desarrollara con una mayor muestra de población es decir realizar charlas para dar a conocer estos tipos de proyectos como por ejemplo a los señores taxistas que pertenecen a cooperativas y dan un servicio a la ciudadanía, a las personas que tienen negocios independientes y necesitan de uso de un vehículo porque aparte de que este proyecto mitigue el impacto ambiental en la provincia de Santa Elena tendría buena economía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (IDEAE), D. y. (Octubre de 2005). Ideae. Obtenido de https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10297_TREATISE_Com bustiblesVehiculosAlternativos_A2005_d9d8d6b3.pdf
- ARCH. (s.f.). Academia.edu. Obtenido de https://www.academia.edu/15019783/CAMPO_AMISTAD
- Bassecourt, P. L. (Mayo de 2015). riunet. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/53239/LLORET%20-%20ESTADO%20DE%20LA%20TECNOLOG%20C3%8DA%20EN%20LA%20 CADENA%20DE%20VALOR%20DEL%20GAS%20NATURAL%203A%20AP LICACIONES%20%20A%20%20NUEVOS%20P....pdf?sequence=1>
- Bezold. (20 de Septiembre de 2021). Obtenido de <https://elcomercio.pe/economia/peru/consultar-precio-de-combustibles-grifos-peru-hoy-lunes-20-de-setiembre-del-2021-lima-y-callao-osinergmin-facilito-gasolin-as-diesel-gas-glp-gas-gnv-balon-de-gas-gas-natural-vehicular-gas-licuado-de-petroleo-petroleo-petr>
- Cervantes, J. R. (2017). IPN MX. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/23780/Tesis%20Estudio%20de%20impacto%20ambiental%20para%20la%20apertura%20de%20una%20estaci%C3%B3n%20de%20servicio%20de%20gas%20natural%20vehicular..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Corporation, A. H. (s.f.). SoCalGas.
- Darío S. Molina P., W. R. (2006). Repositorio ESPE. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/3296/T-ESPEL-0243.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dialnet-TecnologiaDelGasNatural. (s.f.). Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4902600.pdf>
- Díaz Romero Benavides, R. (1990). repositorio.umsa.bo/.
- Ecuador, P. (22 de Diciembre de 2021). PrimiciasEC. Obtenido de <https://www.primicias.ec/noticias/economia/ecuador-primera-importacion-gas-natural-ecuador/>
- EFE. (15 de Marzo de 2012). Legiscomex. Obtenido de <https://www.legiscomex.com/Documentos/mar-15-12-15not>

- EMOI. (s.f.). Obtenido de <https://www.emoi.es/blog/el-origen-del-gas-natural>
- ENERDATA. (s.f.). Obtenido de <https://datos.enerdata.net/gas-natural/consumo-mundial.html>
- Estefano, M. (2019). StuDocu. Obtenido de <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-de-guayaquil/sociologia-del-medio-ambiente/otros/reservas-de-gas-natural-en-ecuador/6436485/view>
- Etrasa. (27 de Junio de 2019). Etrasa. Obtenido de <https://www.etrasa.com/gas-natural-vehicular-mexico/>
- factorenergia. (01 de Agosto de 2018). Obtenido de <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/el-gas-natural-vehicular-la-alternativa-al-combustible-tradicional/>
- Gonzales Cameo, Z. (9 de Septiembre de 2015). repositorio.umsa.bo. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/5847>
- GOV.EC. (s.f.). Obtenido de <https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/es/bogotanitos/biodiversidad/combustibles-fosiles>
- Guaño Victor, M. J. (09 de JULIO de 2009). Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/6149>
- Guzman, V. M. (2015). Dialnet. Obtenido de https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/287061/00_PhD%20Thesis%20Victor%20FERNANDEZ_VF.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- H., I. E. (Diciembre de 2020). Aihe. Obtenido de <https://www.aihe.org.ec/wp-content/uploads/2021/01/PGE-Petroleo-y-Gas-Diciembre-2020-archivo-final.pdf>
- Javier Fontalvo, A. T. (22 de Febrero de 2021). Petroenergía. Obtenido de <https://www.petroenergia.info/post/perspectivas-locales-del-uso-del-gas-natural>
- JORGE, G. C. (2013). Repositorio UPSE. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/967>
- Lapuerta Torres, A. (2018). Repositorio Institucional del Organismo de la Comunidad Andina, CAN. Obtenido de <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/986/1/T678-MRI-Lapuerta-El%20gas%20natural.pdf>
- León, J. J. (12 de ENERO de 2011). CORE. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/41803319.pdf>
- Lozano, I. M. (2014). dspace.ucuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/19859/1/TESIS.pdf>

MALDONADO , E., & MISHQUERO RAMOS , K. (2020). Studocu. Obtenido de <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-de-guayaquil/sociologia-del-medio-ambiente/reservas-de-gas-natural-en-ecuador/6436485>

Martí, J. J. (2002). leganes. Obtenido de http://www.leganes.es/portal/RecursosWeb/DOCUMENTOS/1/0_36825_1.pdf

Mendoza, D. C. (23 de OCTUBRE de 2011). todocomercioexterior. Obtenido de <http://comunidad.todocomercioexterior.com.ec/profiles/blogs/ecuador-produccion-de-gas-natural>

Nacional, B. E. (2020). Recursos y energía. Obtenido de <https://www.recursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2020/12/Balance-Energetico-Nacional-2019-1.pdf>

NATGAS. (s.f.). Obtenido de <https://www.natgas.com.mx/blog/que-significa-GLP-GNV>

Naturgy. (2021). Obtenido de <https://www.naturgy.com.ar/ar/conocenos/responsables+con+la+energia/uso+responsable/del+gas/adultos/1297159273890/propiedades+del+naturgy.html>

Navas, G. L. (Julio de 2019). StuDocu. Obtenido de <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-de-las-fuerzas-armadas-de-ecuador/promedio-tit-ing-petroquimica/gas-natural-campo-amistad/5265840>

nedgia. (2009).

Nortegas. (s.f.). Nortegas. Obtenido de <https://www.nortegas.es/nuestros-negocios/distribucion-de-gas-natural/historia-del-gas/>

novagnc. (s.f.). nova. Obtenido de <https://www.novagnc.com.ar/cilindros/>

Pacifpetrol. (s.f.). Obtenido de <https://www.pacifpetrol.com/es/historia>

renovables., M. d. (2020). Recursos y energía. Obtenido de <https://www.recursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2020/12/Balance-Energetico-Nacional-2019-1.pdf>

Siverio, J. (24 de Septiembre de 2020). Cronica Uno. Obtenido de <https://cronica.uno/gas-natural-vehicular-una-alternativa-menos-contaminante-rezagada-por-falta-de-voluntad-politica/>

Torres, A. L. (2008). Repositorio Institucional del Organismo de la Comunidad Andina, CAN. Obtenido de <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/986/1/T678-MRI-Lapueta-EI%20gas%20natural.pdf>

Ucha, F. (ENERO de 2009). definicionabc. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/general/gas.php>

Vanti, G. (s.f.). Vanti. Obtenido de <https://www.grupovanti.com/conocenos/el-gas-natural/que-es/>

