

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR SUDAMERICANO



INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUDAMERICANO
¡Hacemos gente de talento!

CARRERA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

ELABORACIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN
INTERNA A GASOLINA INCORPORANDO HIDRÓGENO COMO COMBUSTIBLE AL
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN PARA LA CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ EN
EL PERIODO OCTUBRE 2022 – MARZO 2023

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

AUTORES:

Fares Sarmiento Gerardo de Jesús

Maza Paredes Juan Carlos

DIRECTOR:

Ing. Benítez León Anderson Javier

Loja, 04 de mayo del 2023

Certificado del Director del Proyecto de Investigación de Fin de Carrera

Ing.

Anderson Javier Benítez León

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN**CERTIFICA:**

Que ha supervisado el presente proyecto de investigación titulado, “ELABORACIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA A GASOLINA INCORPORANDO HIDRÓGENO COMO COMBUSTIBLE AL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN PARA LA CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ EN EL PERIODO OCTUBRE 2022 – MARZO 2023”, el mismo que cumple con lo establecido por el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano: por consiguiente, autorizo su presentación ante el tribunal respectivo.

Loja, 04 de mayo del 2023

f. _____

Ing. Anderson Javier Benítez León

Autoría

Yo, Fares Sarmiento Gerardo de Jesús con C.I. 1105756413 y Maza Paredes Juan Carlos con C.I 1105180150, declaramos ser los autores del presente trabajo de investigación de fin de carrera el mismo que fue realizado con toda responsabilidad y honradez por tal virtud los fundamentos teóricos-prácticos y los resultados obtenidos son de exclusiva responsabilidad de los autores. A través de la presente declaración la propiedad intelectual pertenece al Instituto Superior Tecnológico Sudamericano (ISTS).

Loja, 04 de mayo del 2023

Autores

C.I.: 1105756413

Fares Sarmiento Gerardo de Jesús



C.I.: 1105180150

Maza Paredes Juan Carlos

Dedicatoria

A Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día de hoy.

A mis padres Gerardo y Tania quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mi hermana María José por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Fares Sarmiento Gerardo de Jesús

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.

A mis hermanos por inculcarme valores desde pequeño y guiarme por el camino del bien, sin su apoyo no hubiera podido lograr este tan anhelado título universitario.

A mi novia, por apoyarme cuando más la necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día.

A mis amigos Eddy y José Luis por su cariño y apoyo incondicional durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento, gracias porque consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Y no me puedo ir sin antes decirles, que sin ustedes a mi lado no lo hubiera logrado, tantas desveladas sirvieron de algo y aquí está el fruto. Les agradezco a todos ustedes con toda mi alma el haber llegado a mi vida y el compartir momentos agradables y momentos tristes, pero esos momentos son los que nos hacen crecer y valorar a las personas que nos rodean. Los quiero mucho y nunca los olvidaré

Maza Paredes Juan Carlos

Agradecimiento

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

A mis padres Gerardo y Tania por apoyarme en todo y siempre estar para mí incondicionalmente y siempre tener esas palabras precisas en los peores y mejores momentos de mi vida y darme el valor que necesito para poder llegar y tener éxito siempre y saber que no importa la distancia ni el lugar siempre están para mí, dispuestos a siempre ayudarme a salir adelante,

A mi hermana María José por apoyarme en todo y al igual estar ahí cuando la he necesitado.

A Rossemary por apoyarme incondicionalmente en la elaboración de mi tesis y enseñarme que el amor verdadero sí existe.

De igual manera mis agradecimientos al Instituto Tecnológico Sudamericano, toda la Facultad de Mecánica Automotriz, a mis profesores en especial al Ing. Eddy Santin y al Ing. Cristian Puentestar quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Fares Sarmiento Gerardo de Jesús

En primer lugar, agradezco a mis padres que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. También le agradezco muy profundamente a mi tutor de tesis por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada. Gracias por su guía y todos sus consejos, los llevaré grabados para siempre en la memoria en mi futuro profesional.

Son muchos los docentes que han sido parte de mi preparación académica, y a todos ellos les quiero agradecer por transmitirme los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí, además, a mis compañeros los cuales muchos de ellos se han convertido en mis amigos, gracias por las horas compartidas, los trabajos realizados en conjunto y la amistad brindada.

Por último, agradecer al instituto que me ha exigido tanto, pero al mismo tiempo me ha permitido obtener mi tan ansiado título. Agradezco a cada directivo por su trabajo y por su gestión, sin lo cual no estarían las bases ni las condiciones para aprender conocimientos.

Maza Paredes Juan Carlos

Acta de Cesión de Derechos del Proyecto de Investigación de Fin de Carrera

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

PRIMERA. - Por sus propios derechos; el Ing. Benítez León Anderson Javier, en calidad de director del proyecto de investigación de fin de carrera; y, Fares Sarmiento Gerardo de Jesús, Maza Paredes Juan Carlos, en calidad de autores del proyecto de investigación de fin de carrera; mayores de edad emiten la presente acta de cesión de derechos.

SEGUNDA.- Fares Sarmiento Gerardo de Jesús, Maza Paredes Juan Carlos, realizaron la Investigación titulada “ELABORACIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA A GASOLINA INCORPORANDO HIDRÓGENO COMO COMBUSTIBLE AL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN PARA LA CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ EN EL PERIODO OCTUBRE 2022 – MARZO 2023”; para optar por el título de Tecnólogo en Mecánica automotriz, en el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja, bajo la dirección del Ing. Benítez León Anderson Javier.

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

CUARTA. - Los comparecientes Ing. Benítez León Anderson Javier, en calidad de Director del proyecto de investigación de fin de carrera y Fares Sarmiento Gerardo de Jesús, Maza Paredes Juan Carlos como autores, por medio del presente instrumento, tienen a bien ceder en forma gratuita sus derechos de proyecto de investigación de fin de carrera titulado “ELABORACIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA A GASOLINA INCORPORANDO HIDRÓGENO COMO COMBUSTIBLE AL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN PARA LA CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ EN EL PERIODO SEPTIEMBRE 2022 – MARZO 2023” a favor del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja; y, conceden autorización para que el Instituto pueda utilizar esta investigación en su beneficio y/o de la comunidad, sin reserva alguna.

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

Para constancia suscriben la presente cesión de derechos, en la ciudad de Loja, en el mes de abril del año 2023.

Ing. Benítez León Anderson Javier

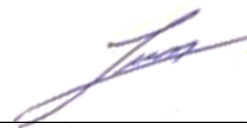
DIRECTOR

C.I. 1105035230



Fares Sarmiento Gerardo de Jesús

C.I. 1105756413



Maza Paredes Juan Carlos

C.I. 1105180150

Declaración juramentada

Loja, 04 de mayo del 2023

Nombres: Gerardo de Jesús

Apellidos: Fares Sarmiento

Cédula de Identidad: 1105756413

Carrera: Mecánica Automotriz

Semestre de ejecución del proceso de titulación: septiembre de 2022 – marzo de 2023

Tema de proyecto de investigación de fin de carrera con fines de titulación: Elaboración de una maqueta didáctica de un motor de combustión interna a gasolina incorporando hidrógeno como combustible al sistema de alimentación para la carrera de Mecánica Automotriz en el periodo octubre 2022 – marzo 2023. En calidad de estudiante del Instituto Tecnológico Superior Sudamericano de la ciudad de Loja;

Declaro bajo juramento que:

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

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

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

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

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



.....
Firma

Gerardo de Jesús Fares Sarmiento

C.I: 1105756413

Declaración juramentada

Loja, 04 de mayo del 2023

Nombres: Juan Carlos

Apellidos: Maza Paredes

Cédula de Identidad: 1105180150

Carrera: Mecánica Automotriz

Semestre de ejecución del proceso de titulación: septiembre de 2022 – marzo de 2023

Tema de proyecto de investigación de fin de carrera con fines de titulación: Elaboración de una maqueta didáctica de un motor de combustión interna a gasolina incorporando hidrógeno como combustible al sistema de alimentación para la carrera de Mecánica Automotriz en el periodo octubre 2022 – marzo 2023. En calidad de estudiante del Instituto Tecnológico Superior Sudamericano de la ciudad de Loja;

Declaro bajo juramento que:

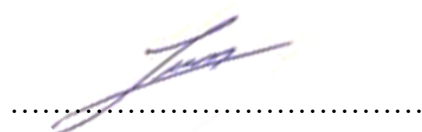
1. Soy autor del trabajo intelectual y de investigación del proyecto de fin de carrera.
2. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El trabajo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

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

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

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

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



Firma

Maza Paredes Juan Carlos

C.I: 1105180150

Índice de Contenido

Resumen.....	1
Abstract.....	2
Problema	3
Tema	5
Justificación	6
Objetivos.....	8
Objetivo General	8
Objetivos específicos.....	8
Marco teórico	9
Marco institucional.....	9
Reseña histórica.....	9
Modelo educativo	11
Marco conceptual	13
Maqueta didáctica.....	13
Funcionamiento de un motor de cuatro tiempos de combustión interna.....	13
Resistencia a la detonación u octanaje	14
Poder calorífico.....	16
Hidrógeno	16
Obtención del hidrógeno	16
Tanques de almacenamiento de hidrógeno comprimido	17
Diseño Metodológico	19
Métodos de Investigación.....	19
Método fenomenológico.....	19
Método hermenéutico	19
Método Práctico Proyectual.....	19
Métodos de investigación.....	20
Búsqueda Bibliográfica	20
Encuesta.....	21
Determinación del Universo y de la Muestra.....	21

Determinación del Universo	21
Determinación de la Muestra.....	21
Análisis de resultados: Cuantitativos y/o Cualitativos	23
Propuesta práctica de acción.....	39
Percepción y definición del problema	39
Diseño de la propuesta	39
Identificación de la necesidad.....	40
Investigación preliminar	41
Planteamiento del objetivo	41
Especificaciones de desempeño.....	41
Ideación o invención.....	41
Motor	43
Material de cerrajería para la construcción de la maqueta	45
Mangueras	46
Abrazaderas	47
Cantidad necesaria de hidrógeno.....	47
Cálculo para el hidrógeno.....	47
Armado de la estructura del motor	51
Análisis de gases de escape	54
Resultados y discusión	57
Costos	58
Normativas de seguridad.....	59
Beneficios para el medio ambiente	59
Conclusiones	60
Recomendaciones	61
Bibliografía	62
Anexos	65
Presupuesto.....	65
Cronograma.....	66
Certificados varios	67

Certificación de aprobación del proyecto de investigación de fin de carrera, emitido por el Vicerrectorado Académico del ISTS.....	67
Certificado o Autorización Para la Ejecución de la Investigación Del ISTS.....	69
Certificado de la implementación del proyecto.....	71
Modelo de la encuesta	72
Evidencias fotográficas	75

Índice de figuras

Figura 1. Estructura del Modelo Pedagógico del ISTS.....	12
Figura 2. Motor de cuatro tiempos de combustión interna	14
Figura 3. Resistencia a la detonación.....	15
Figura 4. Tanque de almacenamiento de hidrogeno	18
Figura 5. Ciclo de estudio de los alumnos	24
Figura 6. Combustibles alternativos para vehículos	25
Figura 7. Combustibles alternativos conocidos por los estudiantes	27
Figura 8. Uso de las maquetas didácticas por los docentes del ISTS	28
Figura 9. Utilización de maquetas para aprendizaje de nuevas tecnologías	30
Figura 10. Calificación del aprendizaje brindado por el ISTS.....	31
Figura 11. Proceso para la utilización de hidrógeno como combustible	33
Figura 12. Conocer el proceso de la utilización de hidrogeno como combustible	34
Figura 13. Eficiencia de la combustión con la utilización del hidrógeno	36
Figura 14. Implementación de maqueta didáctica	37
Figura 15. Metodología de diseño	40
Figura 16. Motor modelo Hyundai HHY1200L	44
Figura 17. Material de cerrajería.....	46
Figura 18. Desmontado del tanque del motor.....	51
Figura 19. Colocación de placas soporte	52
Figura 20. Colocación de ruedas.....	52
Figura 21. Conexiones eléctricas de la maqueta didáctica	53
Figura 22. Maqueta didáctica del motor de combustión interna a gasolina incorporando hidrógeno como combustible.....	53
Figura 23 Datos del análisis de gases con el uso de la gasolina	54
Figura 24 Datos del análisis de gases con el uso de hidrogeno	55
Figura 25 Comparación entre los valores de los gases de escape utilizando como combustible gasolina e hidrógeno	56
Figura 26. Certificación de aprobación del proyecto de investigación de fin de carrera, por el Vicerrector	67

Figura 27. Certificación de aprobación del proyecto de investigación de fin de carrera, por el Vicerrector	68
Figura 28. Certificado o Autorización Para la Ejecución de la Investigación Del ISTS.	69
Figura 29. Certificado o Autorización Para la Ejecución de la Investigación Del ISTS.	70
Figura 30. Certificado de la implementación del proyecto.....	71
Figura 31. Certificado de la implementación del proyecto	¡Error! Marcador no definido.
Figura 32. Motor Hyundai HHY1200L	75
Figura 33. Desmontaje del tanque de combustible	75
Figura 34. Desmontaje del tanque de combustible	76
Figura 35. Armado de la maqueta didáctica	76
Figura 36. Armado de la maqueta didáctica	77
Figura 37. Armado de la maqueta didáctica	77
Figura 38. Colocación de las ruedas para la movilidad de la maqueta didáctica.....	78
Figura 39. Armado de la maqueta didáctica	78
Figura 40. Base soporte de depósitos de electrolito y gas de hidrogeno	79
Figura 41. Armada de la maqueta didáctica.....	79
Figura 42. Tanque de hidrógeno comprimido.....	80
Figura 43. Factura – Motor Hyundai HHY1200L	80
Figura 44. Factura – Depósitos de agua.....	81
Figura 45. Factura – Elementos adicionales del sistema de generación de hidrógeno	81
Figura 46. Factura – Elementos adicionales del sistema de generación de hidrógeno	83

Índice de Tablas

Tabla 1. Ciclo de estudio de los alumnos	23
Tabla 2. Combustibles alternativos para vehículos.....	25
Tabla 3. Combustibles alternativos conocidos por los estudiantes.....	26
Tabla 4. Uso de las maquetas didácticas por los docentes del ISTS.....	28
Tabla 5. Utilización de maquetas para aprendizaje de nuevas tecnologías	29
Tabla 6. Calificación del aprendizaje brindado por el ISTS	31
Tabla 7. Proceso para la utilización de hidrógeno como combustible.....	32
Tabla 8. Conocer el proceso de la utilización de hidrogeno como combustible.....	34
Tabla 9. Eficiencia de la combustión con la utilización del hidrógeno	35
Tabla 10. Implementación de maqueta didáctica.....	37
Tabla 11. Propuestas para el motor a utilizar para la maqueta didáctica	42
Tabla 12. Matriz de decisión para la elección del motor a utilizar para la maqueta didáctica	43
Tabla 13. Datos técnicos del motor modelo Hyundai HHY1200L.....	45
Tabla 14. Valores para cálculo de producción de gas.....	47
Tabla 15. Parámetros para el gas de hidrógeno	49
Tabla 16 Comparación entre los valores de los gases de escape utilizando como combustible gasolina e hidrógeno	56
Tabla 17. Costos de la maqueta didáctica	58
Tabla 18. Presupuesto – Factura	65
Tabla 19. Cronograma de actividades.....	66

Resumen

Los problemas de escasez de combustible y demasiada contaminación por el uso de combustibles como gasolina y diésel, están creando nuevas tecnologías y sistemas para poder solucionar el inconveniente de escasez del mismo, por eso en la actualidad se han podido observar vehículos en busca de mejorar las condiciones de calidad del aire y disminuir su contaminación. Es consecuencia el presente proyecto, se planteó la elaboración de la maqueta didáctica de un motor de combustión interna a gasolina incorporando hidrógeno como combustible al sistema de alimentación, sustituyendo en sí a la gasolina para su trabajo, para la carrera de mecánica automotriz del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano.

Inicialmente, se desarrolla el fundamento teórico sobre los motores y su funcionamiento, haciendo referencia a las partes que lo comprenden y los combustibles que se usan, así como los parámetros para el funcionamiento con el hidrógeno. Además, se presenta el uso y el acoplamiento con el hidrógeno para el funcionamiento del motor, describiendo detalladamente todos sus elementos que le hacen funcionar.

Posteriormente se procedió a realizar las encuestas a los estudiantes de la carrera de mecánica automotriz del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano, para saber su conocimiento sobre los combustibles alternativos utilizados para el funcionamiento de los motores de combustión interna, y las necesidades con las que cuenta el taller de mecánica de la carrera para su correcta enseñanza. Así mismo se propone los ajustes del motor utilizado y las adaptaciones estructurales como también del acoplamiento del tanque de hidrógeno comprimido para el funcionamiento del motor de combustión interna.

Finalmente se presenta los resultados obtenidos logrando recopilar la información sobre la fundamentación teórica de las propiedades y principios de funcionamiento del hidrógeno como abastecimiento de combustible, de igual manera se analizó las encuestas demostrando la viabilidad de la implementación de la maqueta didáctica, mostrando las aplicaciones de nuevas tecnologías. Así mismo, se desarrolló el estudio práctico sobre los ajustes del motor utilizado y acoplamiento del hidrógeno, para demostrar la importancia de este tipo de proyectos dentro de la formación profesional y orientación integral de cada uno de los estudiantes. Además, se dan recomendaciones y sugerencias de trabajos futuros que permitirán mejorar el diseño y funcionalidad del mismo.

Abstract

The problems of fuel shortage and too much pollution due to the use of fuels such as gasoline and diesel are creating new technologies and systems to solve the problem of fuel shortage. Therefore, today we have been able to observe both hybrid and electric vehicles to improve air quality conditions and reduce air pollution. That is why, in the present project, the elaboration of a didactic model of a gasoline internal combustion engine was proposed, incorporating hydrogen as fuel to the feeding system for its operation, replacing gasoline for its work, for the automotive mechanic's career of the Sudamericano Superior Institute.

Initially, the theoretical foundation of the engines and their operation is developed, referring to the parts that comprise it and the fuels used, as well as, the parameters for operation with hydrogen. In addition, the use and coupling with hydrogen for the operation of the engine are presented, describing in detail all the elements that make it work.

Subsequently, the researcher proceeded to survey the students of the automotive mechanic's career of the Sudamericano Superior Institute to know their knowledge about alternative fuels used for the operation of internal combustion engines, and the needs that the mechanics workshop of the career has for its correct teaching.

Moreover, the researchers propose the adjustments of the engine used and the structural adaptations as well as the coupling of the compressed hydrogen tank for the operation of the internal combustion engine.

Finally, the results obtained are presented, gathering information on the theoretical basis of the properties and principles of operation of hydrogen as a fuel supply, as well as analyzing the surveys demonstrating the feasibility of the implementation of the didactic model, showing the applications of new technologies. Likewise, the practical study on the adjustments of the engine used and hydrogen coupling was developed, to demonstrate the importance of this type of projects within the professional training and integral orientation of each of the students. In addition, recommendations and suggestions for future work that will improve the design and functionality of the same are given.

Problema

El aumento masivo del parque automotor a nivel mundial y sus necesidades vehiculares del día a día, además del constante crecimiento de las ciudades; esto nos lleva a la acelerada disminución de petróleo en el mundo y así mismo el aumento de precio de los combustibles en nuestro país. Entonces es de conocimiento general que los países llamados primer mundo después de haber experimentado en carne propia los problemas de escases de combustible y demasiada contaminación por el uso de combustibles como gasolina y diésel, están creando nuevas tecnologías y sistemas para poder solucionar el problema de escases del mismo, por eso en la actualidad se han podido observar vehículos tanto híbridos como eléctricos para mejorar las condiciones de calidad del aire y disminuir la contaminación del aire. (Diez, 2022)

El uso de vehículos con motores de combustión interna, imprescindibles en la sociedad actual, en su mayoría emplean gasolina o diésel emitiendo una gran cantidad de gases de efecto invernadero, deteriorando la calidad del aire en el ambiente (Placeres, 2018).

El incremento de automóviles en la ciudad de Loja da como resultado la afectación de la calidad de aire que respira la ciudadanía tanto a corto y largo plazo, lo que impulsa la necesidad apremiante de utilizar automotores amigables con el medio ambiente con el fin de impulsar medidas y normas políticas legales para el uso del hidrogeno como combustible para los medios de transporte para reducir esta problemática evidente. (León, 2020)

Según historiales del Centro de Revisión y Matriculación Vehicular de la ciudad de Loja durante el año 2022, la urbe cuenta con más de 100.000 vehículos automotores en circulación, lo que favorece al acrecentamiento de tráfico con una tasa de crecimiento anual del 10%, que funcionan con combustibles procedentes del petróleo, aportando a una descontrolada emisión de gases contaminantes tóxicos. (Municipio de Loja, 2022)

Se ha encontrado la necesidad de analizar y comprobar los beneficios que ofrece la utilización de este sistema, por lo tanto, será nuestro objeto de investigación demostrar la eficiencia y funcionamiento de dicho sistema, para la verificación del proceso de adaptación del hidrógeno dentro del motor de combustión interna, observando el ahorro de combustible y la reducción de los gases contaminantes, logrando así aclarar las dudas sobre la utilización del hidrógeno de una manera más precisa después de que la maqueta de haya armado por completo.

La carrera de Mecánica Automotriz del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano, en el marco del desarrollo de nuevas tecnologías que ayuden al medio ambiente a la reducción de los gases contaminantes, apoya proyectos de diseño automotor con innovación tecnológica para disminuir la contaminación en el entorno ambiental. Bajo este argumento el implementar una maqueta didáctica de un motor de combustión interna a gasolina incorporando hidrógeno como combustible al sistema de alimentación, es fundamental para que los estudiantes observen y comprendan el proceso presente en dicho dispositivo, y mejore la calidad de conocimientos dando un enfoque real del funcionamiento de tales motores con la utilización de hidrógeno.

Tema

ELABORACIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA A GASOLINA INCORPORANDO HIDRÓGENO COMO COMBUSTIBLE AL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN PARA LA CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ EN EL PERIODO OCTUBRE 2022 – MARZO 2023

Justificación

En la actualidad existe una sociedad de constante cambio con el objetivo básico de mejorar el rendimiento de los motores volviéndolos más eficientes, obteniendo oportunidades para impulsar proyectos tecnológicos – innovadores que optimicen el transporte haciéndolo más eco-amigable y accesible económicamente; así pues con la implementación de maquetas didácticas que muestran el uso e instalación del hidrogeno como combustible en un motor de combustión interna, se convierte en una prioridad en las instituciones de educación superior, como el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano, enfocado en las investigaciones sociales con aporte estudiantil, logrando y permitiendo obtener benéficos tecnológicos e innovadores para este.

Ante el notorio problema que existe en la actualidad a raíz del aumento de la contaminación ambiental, el presente proyecto didáctico ayudará a los estudiantes a eliminar las dificultades de aprendizaje de nuevas tecnologías que se pueden aplicar como tecnólogos automotrices, brindando una excelente calidad de educación en las instalaciones del taller automotriz del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano.

La maqueta didáctica de un motor de combustión interna a gasolina incorporando hidrogeno como combustible al sistema de alimentación, está enmarcado en la línea de tecnologías y técnicas del mantenimiento de sistemas automotrices que se encarga de estudios innovadores, para el diagnóstico, gestión y mantenimiento vehicular para vehículos particulares, transporte público y organizaciones privadas, teniendo como norte disminuir el impacto ambiental generado por el parque automotor mediante el uso de la tecnología.

Con el propósito de contribuir inicialmente como fuente de reducción de emisiones contaminantes sin perturbar la potencia del motor de combustión interna, y además como aporte del proceso que conlleva el uso del hidrógeno como combustible en la maqueta didáctica, dando mayores conocimientos a los futuros tecnólogos automotrices.

Los hidrocarburos son la principal fuente energética para obtener energía eléctrica, lo que ha ocasionado en las últimas décadas que aumente en forma considerable el calentamiento global ya que contribuye, de forma directa el aumento del efecto invernadero.

El hidrógeno es un combustible que podemos extraerlo del agua la cual es un recurso abundante e inagotable en el planeta. La formación de la combustión del hidrógeno con el aire es limpia, evitando así la contaminación del medio ambiente, los productos de la combustión son en su mayoría vapores de agua, los cuales son productos no contaminantes. Las razones por las cuales se considera la combustión del hidrógeno como una combustión limpia, como por ejemplo el no liberar dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre y otras partículas inherentes al empleo de combustibles fósiles, logrando así reducir en gran medida la amenaza de calentamiento del planeta.

El desarrollo de este trabajo práctico – investigativo, constituye un aporte importante para el desarrollo de las habilidades adquiridas durante toda la formación académica, y así mismo integrar la investigación necesaria para cumplir los objetivos planteados, además de ser un requisito indispensable previo a la obtención del título de tecnólogo superior en mecánica automotriz del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano, obteniendo así una certificación de tercer nivel necesaria para el desarrollo en el ámbito laboral, social, profesional y personal.

Objetivos

Objetivo General

Elaborar una maqueta didáctica de un motor de combustión interna a gasolina incorporando hidrogeno como combustible al sistema de alimentación, para la carrera de mecánica automotriz.

Objetivos Específicos

- Recopilar información bibliográfica sobre las propiedades y principios fundamentales del hidrógeno como abastecimiento adicional a la gasolina a través de compilación de datos útiles para demostrar la funcionalidad eficiente en el ciclo termodinámico del motor a combustión interna.
- Elaborar encuestas a los estudiantes del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la carrera de Mecánica Automotriz, para evaluar la aceptación de la maqueta didáctica sobre la iniciativa de la utilización de hidrogeno como combustible, con el fin de mejorar la infraestructura de las instalaciones con la aplicación de tecnologías alternativas.
- Generar un desarrollo de estudio práctico mediante la elaboración de una maqueta didáctica en el área de motores para mejorar el aprendizaje de los estudiantes en estos sistemas, y de esta manera demostrar la reducción de emisiones contaminantes con la utilización de hidrogeno como combustible.
- Dar a conocer la importancia de las maquetas didácticas de motores, mediante la exposición detallada del proyecto práctico – investigativo para la formación profesional y orientación integral de los estudiantes en su implementación.

Marco teórico

Marco institucional

Reseña histórica

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

Posteriormente, con resolución Nro. 4624 del 28 de noviembre de 1997, el Ministerio de Educación y Cultura autoriza el funcionamiento del ciclo post bachillerato, en las especialidades de: Secretariado Ejecutivo Trilingüe y Administración Bancaria. Con resolución Nro. 971 del 21 de septiembre de 1999, resuelve el Ministerio de Educación y Cultura elevar a la categoría de INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR PARTICULAR SUDAMERICANO, con las especialidades de: Administración Empresarial, Secretariado Ejecutivo Trilingüe, Finanzas y Banca, y Sistemas de Automatización.

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

A medida que avanza la demanda educativa el Instituto propone nuevas tecnologías, es así que de acuerdo con el Nro. 160 del 17 de noviembre de 2003, la Dirección Ejecutiva del CONESUP otorga licencia de funcionamiento en la carrera de: Diseño Gráfico y Publicidad, para que conceda títulos de técnico superior.

Con acuerdo ministerial Nro. 351 del 23 de noviembre de 2006, el CONESUP acuerda otorgar licencia de funcionamiento para las tecnologías en las carreras de: Gastronomía, Gestión Ambiental Electrónica y Administración Turística.

En circunstancias de que en el año 2008 asume la dirección de la academia en el país el CES (Consejo de Educación Superior), la SENESCYT (Secretaría Nacional de Educación Superior Ciencia y Tecnología) y el CEAACES (Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior), el Tecnológico Sudamericano se une al planteamiento de la transformación de la educación superior tecnológica con miras a contribuir con los objetivos y metas planteadas en el Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017, para el consecuente cambio de la matriz productiva que nos conduzca a ser un país con un modelo de gestión y de emprendimiento ejemplo de la región.

Esta transformación inicia su trabajo en el registro de carreras, metas que luego de grandes jornadas y del esfuerzo de todos los miembros de la familia sudamericana se consigue mediante Resolución RPC-SO-11-Nro.110-2014 con fecha 26 de marzo del 2015. Con dicha resolución, las ocho carreras que en aquel entonces ofertaba el Tecnológico Sudamericano demuestran pertinencia para la proyección laboral de sus futuros profesionales.

En el año 2014 el CEAACES ejecuta los procesos de evaluación con fines de acreditación a los institutos tecnológicos públicos y particulares del Ecuador; para el Tecnológico Sudamericano, este ha sido uno de los momentos más importantes de su vida institucional en el cual debió rendir cuentas de su gestión. De esto resulta que la institución acredita con una calificación del 91% de eficiencia según resolución del CES y CEAACES, logrando estar entre las instituciones mejor puntuadas del Ecuador.

Actualmente, ya para el año 2022 el Tecnológico Sudamericano ha dado grandes pasos, considerando inclusive el esfuerzo redoblado ejecutado durante cerca de dos años de pandemia sanitaria mundial generada por la Covid 19; los progresos se concluyen en:

- 10 carreras de modalidad presencial
- 7 carreras de modalidad online
- 2 carreras de modalidad semipresencial

- 1 centro de idiomas CIS, este último proyectado a la enseñanza – aprendizaje de varios idiomas partiendo por el inglés. Actualmente Cambridge es la entidad externa que avala la calidad académica del centro.
- Proyecto presentado ante el CES para la transformación a Instituto Superior Universitario
- Proyecto integral para la construcción del campus educativo en Loja – Sector Moraspamba.
- Proyecto de creación de la Sede del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano en la ciudad de Machala
- Progreso hacia la transformación integral digital en todos los procesos académicos, financieros y de procesos.

Nuestros estudiantes provienen especialmente del cantón Loja, así como de la provincia; sin embargo, hay una importante población estudiantil que proviene de otras provincias como El Oro, Zamora Chinchipe, Azuay e incluso de la Región Insular Galápagos.

La formación de seres humanos y profesionales enfocados a laborar en el sector público como privado en la generación de ideas y solución de conflictos es una valiosa premisa, empero, el mayor de los retos es motivar a los profesionales de tercer nivel superior tecnológico para que pasen a ser parte del grupo de emprendedores; entendiéndose que esta actividad dinamiza en todo orden al sistema productivo, económico, laboral y por ende social de una ciudad o país.

La misión, visión y valores constituyen su carta de presentación y su plan estratégico su brújula para caminar hacia un futuro prometedor en el cual los principios de calidad y pertinencia tengan su asidero.

Modelo educativo

A través del modelo curricular, el modelo pedagógico y el modelo didáctico se fundamenta la formación tecnológica, profesional y humana que es responsabilidad y objetivo principal de la institución; cada uno de los modelos enfatiza en los objetivos y perfiles de salida

estipulados para cada carrera, puesto que el fin mismo de la educación tecnológica que brinda el Instituto Sudamericano es el de generar producción de mano de obra calificada que permita el crecimiento laboral y económico de la región sur del país de forma prioritaria.

Figura 1.

Estructura del Modelo Pedagógico del ISTS



Nota. Información otorgada por secretaria del ISTS.

El modelo en conjunto está sustentado en la Teoría del Constructivismo; el constructivismo percibe el aprendizaje como actividad personal enmarcada en contextos funcionales, significativos y auténticos. Todas estas ideas han sido tomadas de matices

diferentes, se pueden destacar dos de los autores más importantes que han aportado más al constructivismo: Jean Piaget con el Constructivismo Psicológico y Lev Vygotsky con el Constructivismo Social.

El modelo curricular basado en competencias pretende enfocar los problemas que abordarán los profesionales como eje para el diseño. Se caracteriza por: utilizar recursos que simulan la vida real, ofrecer una gran variedad de recursos para que los estudiantes analicen y resuelvan problemas, enfatizar el trabajo cooperativo apoyado por un tutor y abordar de manera integral un problema cada vez.

Marco Conceptual

Maqueta Didáctica

Consiste en el material didáctico que contiene todos los elementos y recursos necesarios para el aprendizaje de conceptos y de habilidades, la utilización de este tipo de maquetas en educación permite una mejora en cuanto a las posibilidades que se le brindan al estudiante para dominar y aprender un tema de modo satisfactorio. (Jordán, Zhigui & Guzmán, 2010)

Funcionamiento de un Motor de Cuatro Tiempos de Combustión Interna

Los motores a gasolina 4 tiempos, funcionan mediante una combustión interna que utiliza la explosión de un combustible, provocada mediante una chispa, para expandir un gas empujando así un pistón. El ciclo termodinámico utilizado es conocido como ciclo Otto.

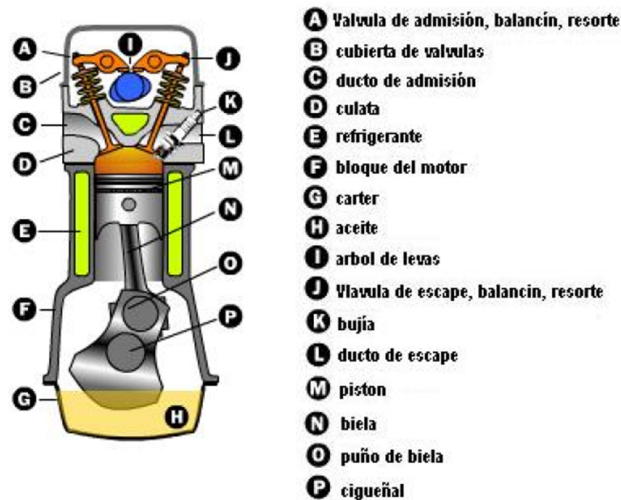
Un motor de 4 tiempos necesita de 2 vueltas completas del cigüeñal para cumplir con el ciclo de combustión, durante estas 2 vueltas el motor cumple las cuatro fases para su funcionamiento:

1. Admisión: El pistón baja y entra el combustible por la válvula de admisión, mientras que la válvula de escape permanece cerrada.

2. Comprensión: El pistón sube y el combustible y el aire se comprimen, en este caso las 2 válvulas se encuentran cerradas.
3. Combustión o Explosión: En esta fase la bujía genera una chispa que provoca una explosión de la mezcla de combustible y de aire, haciendo que el pistón baje.
4. Escape: Finalmente el pistón sube expulsando por la válvula de escape los gases generados tras la combustión. (Ruiz, 2006)

Figura 2.

Motor de cuatro tiempos de combustión interna



Nota. Imagen tomada de (Ruiz, 2006)

Resistencia a la Detonación u Octanaje

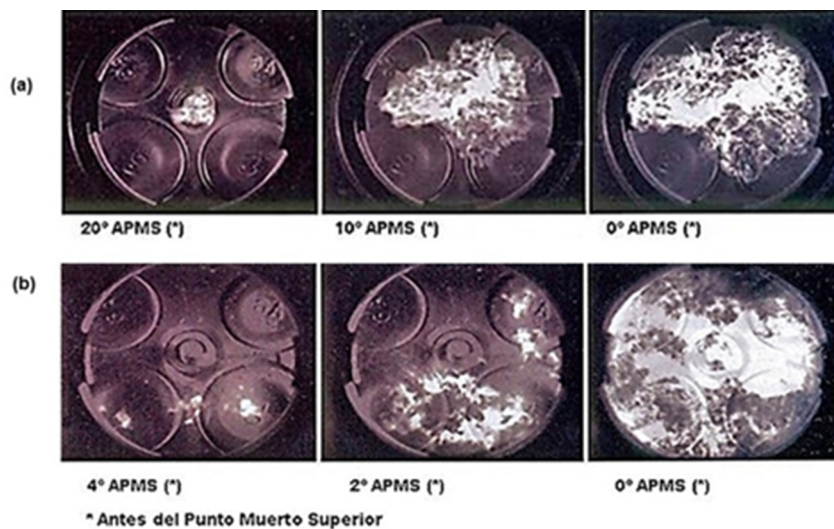
La capacidad antidetonante de las gasolinas y de cada uno de sus componentes representa la propiedad química más importante de este tipo de combustible. Hay autores que afirman “toda la actividad de desarrollo de refinero y formulación de gasolinas gira en torno a los números de octano”. (Suarez, 2005)

De la capacidad antidetonante depende, en primera instancia, el comportamiento de la gasolina durante la combustión en motores de combustión interna. Desde el punto de vista de composición molecular, la resistencia a la detonación caracteriza el grado de plenitud de la conversión de la energía química, contenida en cada molécula hidrocarbonada, en energía térmica. La estabilidad de los radicales libres que se forman a partir de los hidrocarburos individuales y de su interacción con el resto de las especies, determinan que la combustión sea normal (deflagración) o anormal (detonante), en las condiciones de temperatura y presión que existen en la cámara de combustión. En la figura siguiente se muestran imágenes de los procesos mencionados. (Tito, 2022)

La resistencia a la detonación se representa numéricamente por el Número de Octano (NdO), que en sus modalidades más extendidas: Número de Octano Investigativo (Research Octane Number, RON) y Número de Octano Motor, (Motor Octane Number, MON), se determina experimentalmente mediante normas de métodos de ensayos en motores estandarizados. (Rodríguez & Sáenz, 2013)

Figura 3.

Resistencia a la detonación



Nota. Combustión: (a) normal – deflagración, (b) anormal – detonante. (Alarcon, Riquelme, Peralta, Vargas, Valero & Velasquez, 2018)

Poder Calorífico

El poder calorífico de una sustancia o combustible se conoce como la cantidad de calor que se genera, por kilogramo o metro cúbico de esa sustancia, al oxidarse de forma completa. El poder calorífico siempre se mide por unidad de masa o unidad de volumen de combustible que se ha oxidado (quemado). Cuanto mayor sea el poder calorífico de un combustible, menor cantidad de éste utilizaremos. Es por esta razón por la que es importante la calidad de un gas en relación con los costes energéticos. (Fábrega, 2009)

Hidrógeno

Primer elemento de la tabla periódica. En condiciones normales es un gas incoloro, inodoro e insípido, compuesto de moléculas diatómicas, H₂. El átomo de hidrógeno, símbolo H, consta de un núcleo de unidad de carga positiva y un solo electrón. Tiene número atómico 1 y peso atómico de 1.00797. Existen 3 isótopos del hidrógeno: el protio, de masa 1, que se encuentra en más del 99.98% del elemento natural; el deuterio, de masa 2, que se encuentra en la naturaleza aproximadamente en un 0.02%, y el tritio, de masa 3, que aparece en pequeñas cantidades en la naturaleza, pero que puede producirse artificialmente por medio de varias reacciones nucleares. (Peretti & Visintin, 2011)

Obtención del Hidrógeno

El hidrógeno es uno de los elementos más abundantes en el planeta, pero difícilmente se encuentra en estado puro, es parte de los hidrocarburos y del agua. Para que el hidrógeno sea utilizado como combustible, se necesita que esté en estado gaseoso y sea diatómico (H₂). La obtención del hidrógeno se da mediante distintos procesos, el 48% de la generación de hidrógeno se logra por reformación catalítica del gas natural, 30% del petróleo, 18% del carbón y tan solo el 4% por electrólisis. El método más utilizado es la reformación catalítica de gas natural, debido a que este proceso es más económico que los otros; la desventaja es la contaminación que produce. Este proceso se lleva a cabo integrando el gas natural con vapor de agua a una

temperatura entre 700-1100 °C, lo cual genera CO (monóxido de carbono) y H₂. Otro método de obtención es la electrólisis del agua, que es la separación del oxígeno e hidrógeno por corriente eléctrica y puede ser más rentable si se obtiene la energía eléctrica de fuentes eólicas y de la biomasa. (Pupiales y otros, 2018)

Tanques de Almacenamiento de Hidrógeno Comprimido

El hidrógeno a temperatura ambiente se encuentra en estado gaseoso. Debido a su baja densidad energética por unidad de volumen (12MJ/m³), el hidrógeno gas es normalmente almacenado bajo altas presiones, en un rango entre 200-700 bar. En estos términos, se necesita el uso de contenedores a presión especialmente contruidos para este fin. Dichos contenedores son caros y, además, consumen energía en las aplicaciones a gran escala. El almacenamiento del hidrógeno en forma de gas comprimido tiene grandes retos en las áreas de relativamente baja densidad energética, coste del sistema, resistencia de impacto y empaquetamiento en vehículos.

Actualmente los tanques de almacenamiento de gas a alta presión consisten en un revestimiento interior hecho de un polímero como una malla de polietileno o nylon cubierta con una fibra continua de grafito y capa de reforzamiento epoxy. Estos tanques se han utilizado satisfactoriamente para almacenar gas metano a alta presión y hay un deseo de extender la aplicación de este tipo de tanques al hidrógeno de alta presión. Sin embargo, el hidrógeno tiene una tasa de permeabilidad a través de estos revestimientos poliméricos considerablemente mayor que el metano. Dicha penetración no sólo genera una pérdida gradual de la presión de hidrógeno, sino que además el hidrógeno al salir puede dañar y debilitar la capa de reforzamiento del tanque. Este debilitamiento podría generar una fatiga cíclica u otros fallos en el tanque.⁷⁷ Una solución a este problema sería desarrollar una barrera de difusión de hidrógeno que pueda ser aplicada al revestimiento interior polimérico.

La barrera tendría que tener los siguientes atributos:

1. Baja permeabilidad al hidrógeno.
2. Buena adhesión al revestimiento polimérico.

3. La rigidez (módulos) de la capa debería ser igual a la del polímero para evitar la rotura cuando se presuriza el tanque.

4. El método de aplicación debería permitir por la capa interior que un tanque con un cuello pequeño resultara en capas herméticas desprovistas de agujeritos.

5. El material y el método de cubrición no deberían constituir una cantidad apreciable ni del coste total ni del peso total del tanque.

Figura 4.

Tanque de almacenamiento de hidrogeno



Nota. Tanque de almacenamiento de hidrógeno. (Alarcon, Riquelme, Peralta, Vargas, Valero y Velasquez, 2018)

Diseño Metodológico

Métodos de Investigación

Método Fenomenológico

Comprende apropiarse del significado ya implícito en la experiencia vivida, mediante un proceso de pensamiento orientado por la destrucción y construcción hasta lograr interpretarlo como su verdad; esto es, revelar los fenómenos ocultos y, en particular, sus significados. (Barbera & Inciarte, 2012).

Este método permitirá conseguir datos precisos acerca del uso de solamente del hidrógeno o que tal vez que en combinación con los combustibles fósiles que se usan en la actualidad ofrecen grandes beneficios, tomando en cuenta que los resultados de este estudio aplicativo servirán para determinar o no un beneficio tanto al motor como al medio ambiente en general y al proceso educativo de los estudiantes.

Método Hermenéutico

Consiste en la comprensión de todo texto cuyo sentido no sea inmediatamente evidente y constituya un problema, acentuado, por alguna distancia (histórica, psicológica, lingüística, entre otros.) que se interpone entre nosotros y el documento. La ciencia se comienza a construir desde la observación y la interpretación de sus procesos, y es aquí donde se erige la hermenéutica como un enfoque metodológico que atraviesa toda la investigación científica. (Tovar, Calles, & Moreno, 2006).

Por medio de este método comprenderemos e interpretaremos los valores, estadísticas e información de los motores de combustión interna y la aplicación del hidrogeno como un combustible para el funcionamiento de este, además de identificar las necesidades que debe cumplir el motor para utilizar únicamente el hidrogeno como carburante.

Método Práctico Proyectual

En todo conflicto lo primero que debemos hacer es definir la incógnita en su conjunto. Servirá para definir los límites en los que deberá moverse el diseñador. Definido el tipo de

inconveniente se decidirá entre las distintas soluciones: una provisional o una definitiva, una solución puramente comercial o una que perdure en el tiempo, una solución técnicamente sofisticada o una sencilla y económica. Descomponer la interrogante en sus diversos elementos. Esta operación facilita la proyección, ya que tiende a descubrir los obstáculos particulares que se ocultan tras los subproblemas ordenados por categorías. Una vez resueltos los pequeños problemas de uno en uno (y aquí empieza a intervenir la creatividad, abandonando la idea de buscar una idea), se recomponen de forma coherente a partir de todas las características funcionales de cada una de las partes. (AICHER, OTL, 2007)

Este método se lo ejecutará a base de una maqueta didáctica donde se adaptará un sistema de hidrógeno como combustible para el motor de combustión interna, el cual permitirá desarrollar las habilidades prácticas de los estudiantes y la verificación del desarrollo de la adaptación, de esta manera logrará la respectiva argumentación y defensa del proyecto práctico - investigativo frente al tribunal designado por el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano con la finalidad de obtener el título de tecnólogos en la carrera de mecánica automotriz.

Técnicas de Investigación

Búsqueda Bibliográfica

La búsqueda bibliográfica es una técnica de investigación documental válida para cualquier tipo de investigación. Consiste en indagar las fuentes de información relacionadas con el problema a desarrollar. Esta fuente puede ser de diversos tipos, como libros, revistas, tesis, artículos de periódicos o científicos, entre otros. (Zita, 2018)

Mediante esta técnica abarcaremos la base de toda la investigación por que puede conducir con mejor precisión de la realización del estudio y a los antecedentes de estudios realizados anteriormente. Además, facilita la búsqueda mediante las palabras claves y los análisis específicos con gran rapidez.

Encuesta

Es una técnica que utiliza un conjunto de procedimientos estandarizados de investigación mediante los cuales se recoge y analiza una serie de datos de una muestra de casos representativa de una población o universo más amplio, del que se pretende explorar, describir, predecir y/o explicar una serie de características. (García & Ferrando Alvira, 1993)

Esta técnica nos permitirá comprender los datos recogidos de una muestra de la población y así obtener resultados que muestren el conocimiento de la elaboración de una maqueta didáctica de un motor de combustión interna a gasolina incorporando hidrógeno como combustible al sistema de alimentación para la carrera de mecánica automotriz. En este caso se realizará a una población de 261 estudiantes, ya que nos darán a conocer su punto de vista para la aplicación de la maqueta didáctica, mostrándonos la incidencia en el campo laboral.

Determinación del Universo y de la Muestra

Determinación del Universo

Para la investigación propuesta se han obtenido los datos desde la dirección de la carrera de mecánica automotriz del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano, donde se muestra con su base de datos la existencia de 261 estudiantes, los cuales nos darán a conocer su opinión sobre la utilización de maquetas didácticas, mostrándonos su importancia en el campo laboral y estos mismos asisten de forma normal al mencionado instituto.

Determinación de la Muestra

Luego de conocer el universo total de la cantidad de estudiantes dentro de la carrera de mecánica automotriz del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano, se procede al cálculo de la muestra mediante la siguiente fórmula, permitiendo identificar el número de encuestas a elaborar. A continuación, se presenta la ecuación para el cálculo del tamaño de muestra para una población finita:

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

Donde:

n = Tamaño de la muestra buscada

N = Tamaño de la población o Universo.

Z = Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza (NC)

P = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

Q = (1 - P) = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

E = Error de estimación máximo aceptado

Aplicación de la fórmula (1) para el cálculo de la muestra para el número de estudiantes encuestados:

Datos:

n = Tamaño de la muestra.

N = 261 Estudiantes de la carrera de Mecánica Automotriz del ISTS.

Z = Nivel de confianza 95% = 1,96

P = Probabilidad de éxito. 70% = 0,70

Q = Probabilidad de fracaso. 30% = 0,30

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

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

$$n = \frac{261 * (1,96)^2 * 0,70 * 0,30}{[(261 - 1) * (0,05)^2] + ((1,96)^2 * 0,70 * 0,30)}$$

$$n = \frac{210,56}{[0,65] + (0,807)}$$

$$n = \frac{210,56}{1,457} \quad n = 145 \text{ (E)} \quad)$$

De acuerdo con los cálculos realizados para la muestra, para que los resultados sean fiables se tendría que hacer las encuestas a 145 estudiantes de los 261 estudiantes que existen en la carrera de mecánica automotriz del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano.

Análisis de resultados: Cuantitativos y/o Cualitativos

A continuación, se presentan los principales resultados de la encuesta aplicada a los estudiantes de la carrera de mecánica automotriz del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano.

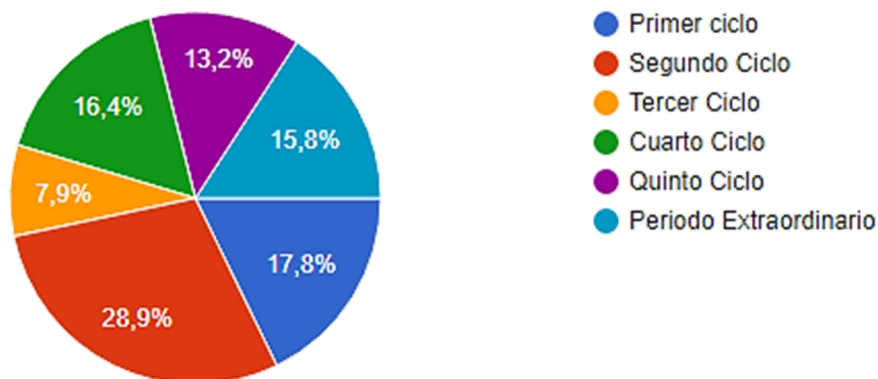
Pregunta 1. ¿A que ciclo pertenece usted?

Tabla 1.

Ciclo de estudio de los alumnos

Variable	Frecuencia	Porcentaje [%]
Primer ciclo	17	17,8
Segundo ciclo	44	28,9
Tercer ciclo	12	7,9
Cuarto ciclo	25	16,4
Quinto ciclo	20	13,2
Periodo extraordinario	24	15,8

Nota. Datos tabulados de la pregunta 1. Fares & Maza, 2023.

Figura 5.*Ciclo de estudio de los alumnos*

Nota. Datos tabulados de la pregunta 1. Fares & Maza, 2023.

➤ **Análisis cuantitativo**

De acuerdo con la tabla 1 y figura 9 mostradas anteriormente del 100% de encuestados, han contestado los siguientes alumnos de diferentes ciclos como es el caso del primer ciclo tenemos 17 alumnos con 17,8 %, del segundo ciclo tenemos 44 alumnos con 28,9 %, del tercer ciclo tenemos 12 alumnos con 7,9 %, del cuarto ciclo tenemos 25 alumnos con 16,4%, del quinto ciclo con 20 alumnos con 13,2% y del periodo extraordinario tenemos 24 alumnos que significa el 15,8%.

➤ **Análisis Cualitativo**

De los 152 estudiantes encuestados, la gran mayoría que contestó la misma con un número significativo son del segundo ciclo, seguidos de primer ciclo, luego los de cuarto ciclo, luego los del periodo extraordinario y por último los ciclos de quinto y tercero.

Pregunta 2. ¿Conoce usted o ha escuchado hablar de combustibles alternativos para vehículos?

Tabla 2.

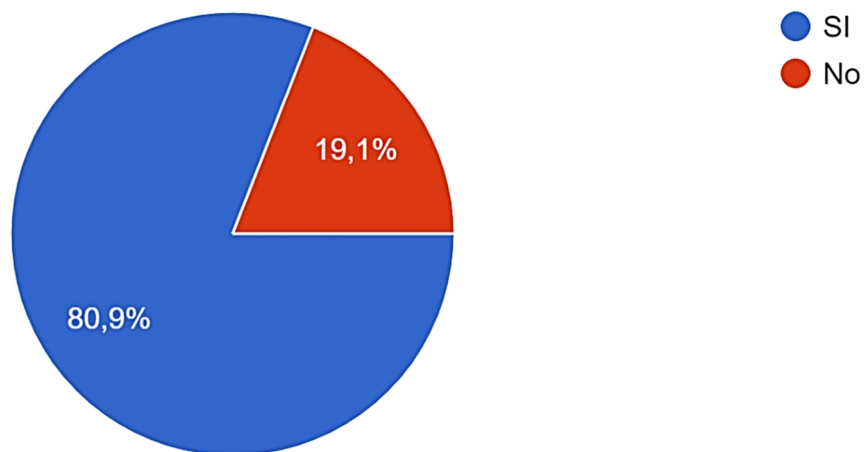
Combustibles alternativos para vehículos

Variable	Frecuencia	Porcentaje [%]
Si	123	80,9
No	29	19,1

Nota. Datos tabulados de la pregunta 2. Fares & Maza, 2023.

Figura 6.

Combustibles alternativos para vehículos



Nota. Datos tabulados de la pregunta 2. Fares & Maza, 2023.

➤ **Análisis cuantitativo**

Conforme a lo observado en la tabla 2 y la figura 10, del 100% de estudiantes encuestados, 123 de ellos con el 80,9% conoce o ha escuchado hablar sobre los combustibles alternativos para el

funcionamiento del motor de combustión interna en vehículos automotores, mientras que el 19,1 % desconoce de la temática planteada.

➤ **Análisis Cualitativo**

Un número importante de alumnos coinciden en el conocimiento sobre los combustibles alternativos que se pueden utilizar para el funcionamiento de los motores de combustión interna alternativos en los vehículos.

Pregunta 3. ¿Cuál de los siguientes combustibles alternativos conoce usted?

Tabla 3.

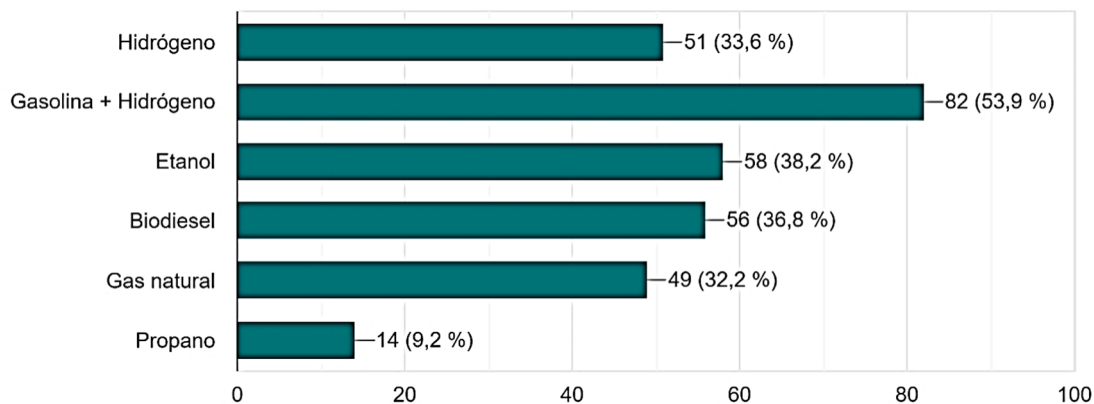
Combustibles alternativos conocidos por los estudiantes

Variable	Frecuencia	Porcentaje [%]
Hidrógeno	51	33,6
Gasolina + Hidrógeno	82	53,9
Etanol	58	38,2
Biodiesel	56	36,8
Gas natural	49	32,2
Propano	14	9,2

Nota. Datos tabulados de la pregunta 3. Fares & Maza, 2023.

Figura 7.

Combustibles alternativos conocidos por los estudiantes



Nota. Datos tabulados de la pregunta 3. Fares & Maza, 2023.

➤ **Análisis cuantitativo**

De acuerdo con la tabulación realizada en la tabla 3 y observado en la figura 11, 82 estudiantes conocen el combustible alternativo a la combinación de la gasolina + hidrógeno, 58 estudiantes conocen el etanol, 56 estudiantes conocen el biodiesel, 51 estudiantes conoce el hidrógeno, 49 estudiantes conocen el gas natural y 14 estudiantes conocen al propano como combustible alternativo para el funcionamiento de los motores de combustión interna.

➤ **Análisis Cualitativo**

Un número significativo de estudiantes del ISTS conoce a la combinación de gasolina + hidrogeno, y que la mitad de los estudiantes encuestados solamente conoce al hidrógeno como combustible para el funcionamiento de los motores a combustión interna, indicando la falta de conocimiento en el proceso de uso de dicho combustible alternativo

Pregunta 4. ¿Con que frecuencia los docentes del ISTS hacen uso de las maquetas didácticas que poseen en los talleres de mecánica automotriz?

Tabla 4.

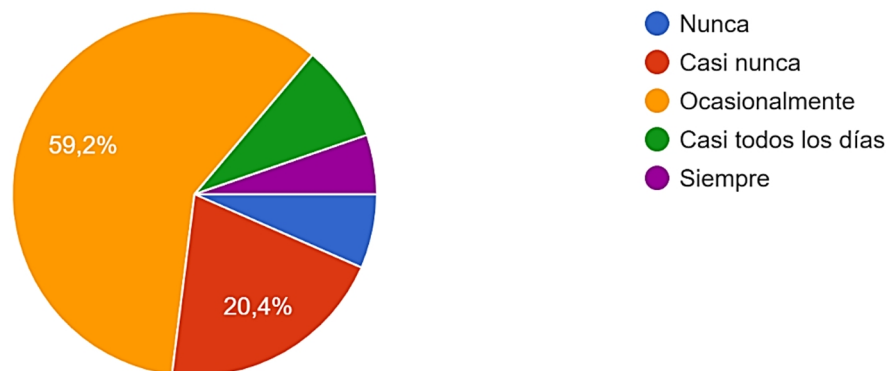
Uso de las maquetas didácticas por los docentes del ISTS

Variable	Frecuencia	Porcentaje [%]
Nunca	10	6,6
Casi nunca	31	20,4
Ocasionalmente	90	59,2
Casi todos los días	13	8,6
Siempre	8	5,3

Nota. Datos tabulados de la pregunta 4. Fares & Maza, 2023.

Figura 8.

Uso de las maquetas didácticas por los docentes del ISTS



Nota. Datos tabulados de la pregunta 4. Fares & Maza, 2023.

➤ **Análisis cuantitativo**

De acuerdo con la indicado en la tabla 4 y la figura 12, según la apreciación de los estudiantes sobre la frecuencia de utilización por parte de los docentes de las maquetas didácticas que poseen los talleres de mecánica automotriz, tenemos un 59,2% con uso ocasional, con un casi nunca de utilización con un 20,4%, un uso de casi todos los días con un 8,6%, un uso de nunca con un 6,6% y por último un uso de siempre con un 5,3%.

➤ **Análisis Cualitativo**

La gran mayoría de estudiantes de la carrera de mecánica automotriz del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano, consideran que se utiliza ocasionalmente las maquetas didácticas que poseen en los talleres de la carrera, pudiendo analizar la importancia de la utilización y explicación de nuevas tecnologías con los prototipos.

Pregunta 5. ¿Le gustaría utilizar maquetas didácticas para el aprendizaje de nuevas tecnologías?

Tabla 5.

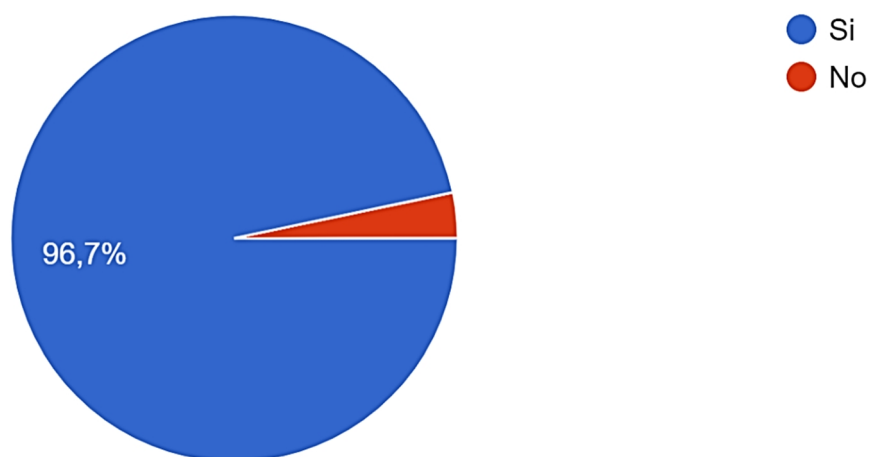
Utilización de maquetas para aprendizaje de nuevas tecnologías

Variable	Frecuencia	Porcentaje [%]
Si	147	96,7
No	5	3,3

Nota. Datos tabulados de la pregunta 5. Fares & Maza, 2023.

Figura 9.

Utilización de maquetas para aprendizaje de nuevas tecnologías



Nota. Datos tabulados de la pregunta 5. Fares & Maza, 2023.

➤ **Análisis cuantitativo**

Mediante la información detallada de la tabla 5 y la figura 13, se observa que el 96,7% de los estudiantes le gustaría utilizar maquetas didácticas para el aprendizaje de nuevas tecnologías, y el 3,3% estaría seleccionando alguna otra técnica de aprendizaje.

➤ **Análisis Cualitativo**

Un número significativo de alumnos de la carrera de mecánica automotriz del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano, aseguran que les gustaría utilizar maquetas didácticas para el aprendizaje de nuevas tecnologías, ya que aumentaría de manera significativa el aprendizaje práctico.

Pregunta 6. ¿Cómo calificaría al aprendizaje brindado en el ISTS en la carrera de mecánica automotriz a través de maquetas didácticas?

Tabla 6.

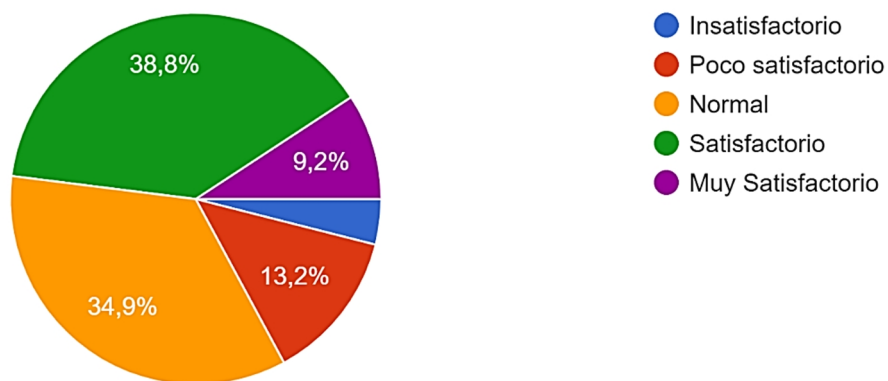
Calificación del aprendizaje brindado por el ISTS

Variable	Frecuencia	Porcentaje [%]
Muy satisfecho	14	9,2
Satisfecho	59	38,8
Normal	53	34,9
Poco satisfecho	20	13,2
Insatisfecho	6	3,9

Nota. Datos tabulados de la pregunta 6. Fares & Maza, 2023.

Figura 10.

Calificación del aprendizaje brindado por el ISTS



Nota. Datos tabulados de la pregunta 6. Fares & Maza, 2023.

➤ **Análisis cuantitativo**

Del 100% de estudiantes encuestados, han calificado el aprendizaje brindado con maquetas didácticas por parte de la carrera de mecánica automotriz del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano, con un 38,8% en satisfactorio, con un 34,9% en un nivel normal, con un 13,2% en un nivel poco satisfactorio, con un 9,2% en un nivel muy satisfactorio y con un 3,9% en un nivel insatisfactorio.

➤ **Análisis Cualitativo**

La mayor parte de estudiantes encuestados ha manifestado la insatisfacción por parte de ellos por el aprendizaje que brinda la carrera de mecánica automotriz de Instituto Superior Tecnológico Sudamericano a través del uso de sus maquetas didácticas, logrando así establecer una problemática y profundizar en el proceso de la elaboración del prototipo de una nueva tecnología.

Pregunta 7. ¿Conoce usted el proceso para la utilización de hidrógeno como combustible en un motor de combustión interna alternativo?

Tabla 7.

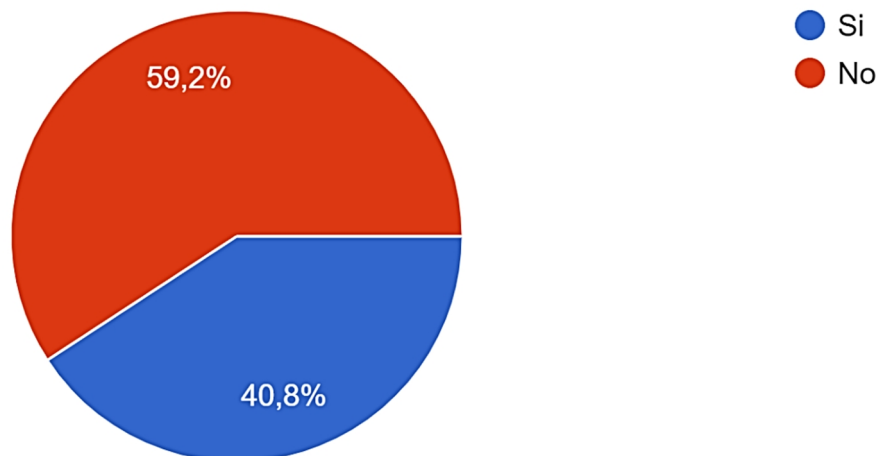
Proceso para la utilización de hidrógeno como combustible

Variable	Frecuencia	Porcentaje [%]
Si	62	40,8
No	90	59,2

Nota. Datos tabulados de la pregunta 7. Fares & Maza, 2023.

Figura 11.

Proceso para la utilización de hidrógeno como combustible



Nota. Datos tabulados de la pregunta 7. Fares & Maza, 2023.

➤ **Análisis cuantitativo**

Los datos detallados en la tabla 7 y en la figura 15, permiten observar que el 59,2% de los estudiantes de la carrera de mecánica automotriz, conocen el proceso de utilización de hidrogeno como combustible en un motor de combustión interna alternativo, mientras que el 40,8% desconocen de dicho proceso.

➤ **Análisis Cualitativo**

Un número promedio de estudiantes de la carrera de mecánica automotriz del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano, desconocen del proceso de utilización del hidrógeno como combustible en un motor de combustión interna alternativo, proyectando así la elaboración de la maqueta didáctica de un motor de combustión interna a gasolina incorporando hidrógeno como combustible al sistema de alimentación.

Pregunta 8. ¿Le gustaría conocer el proceso acerca de la utilización de hidrogeno como combustible en un motor de combustión interna alternativo?

Tabla 8.

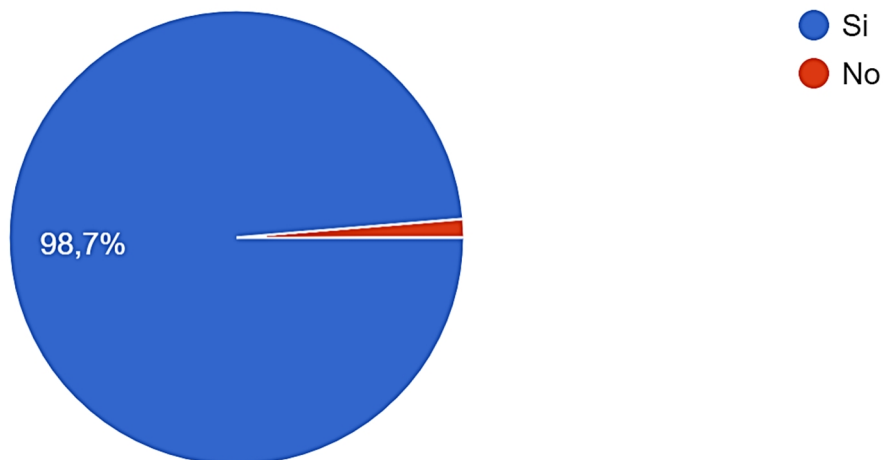
Conocer el proceso de la utilización de hidrogeno como combustible

Variable	Frecuencia	Porcentaje [%]
Si	150	98,7
No	2	1,3

Nota. Datos tabulados de la pregunta 8. Fares & Maza, 2023.

Figura 12.

Conocer el proceso de la utilización de hidrogeno como combustible



Nota. Datos tabulados de la pregunta 8. Fares & Maza, 2023.

➤ **Análisis cuantitativo**

Según lo mostrado en la tabla 8 y la figura 16, del 100% de estudiantes encuestados de la carrera de mecánica automotriz, el 98,7% de ellos les gustaría conocer el proceso acerca de la

utilización de hidrogeno como combustible en un motor de combustión interna alternativo, mientras que el 1,3% no les gustaría conocer dicho proceso.

➤ **Análisis Cualitativo**

Con lo analizado anteriormente, es notable la implementación del uso de la maqueta didáctica de un motor de combustión interna a gasolina incorporando hidrógeno como combustible al sistema de alimentación para la carrera de mecánica automotriz del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano, ya que dotaría de aprendizajes significativos para la toma de decisiones en el ámbito profesional.

Pregunta 9. ¿Sabe usted que el motor de su vehículo puede quemar más eficientemente la gasolina al añadir gas de hidrogeno a la combustión?

Tabla 9.

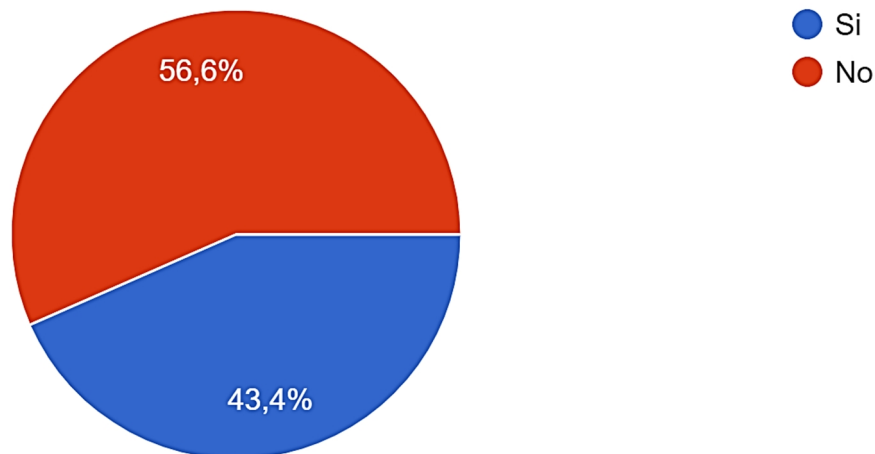
Eficiencia de la combustión con la utilización del hidrógeno

Variable	Frecuencia	Porcentaje [%]
Si	66	43,4
No	86	56,6

Nota. Datos tabulados de la pregunta 9. Fares & Maza, 2023.

Figura 13.

Eficiencia de la combustión con la utilización del hidrógeno



Nota. Datos tabulados de la pregunta 9. Fares & Maza, 2023.

➤ **Análisis cuantitativo**

Según los datos analizados el 56,6% de los estudiantes de mecánica automotriz del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano conocen que el motor del vehículo automotor quema más eficientemente la gasolina al añadir gas de hidrógeno a la combustión y el 43,3% de los mismos desconoce dicho proceso eficiente.

➤ **Análisis Cualitativo**

Los datos detallados en la tabla 9 y figura 17, permiten observar que un grupo significativo de estudiantes de la carrera de mecánica automotriz conocen que el motor del vehículo puede quemar más eficientemente la gasolina al añadir gas de hidrógeno a la combustión.

Pregunta 10. ¿Estaría de acuerdo con la implementación de una maqueta donde se explique el funcionamiento de un motor de combustión interna con la utilización como combustible el hidrógeno?

Tabla 10.

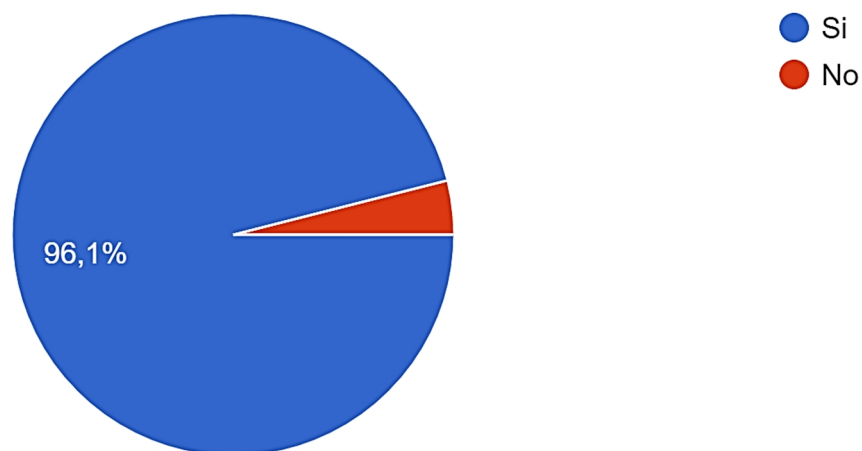
Implementación de maqueta didáctica

Variable	Frecuencia	Porcentaje [%]
Si	146	96,1
No	6	3,9

Nota. Datos tabulados de la pregunta 10. Fares & Maza, 2023.

Figura 14.

Implementación de maqueta didáctica



Nota. Datos tabulados de la pregunta 10. Fares & Maza, 2023.

➤ **Análisis cuantitativo**

Según la información expuesta en la tabla 10 y la figura 18, se evidencia que el 96,1% de los estudiantes de mecánica automotriz del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano estarían de acuerdo con la implementación de una maqueta donde se explique el proceso y funcionamiento de un motor de combustión interna con la utilización como combustible el hidrógeno; mientras que el 3,9% de ellos no estarían de acuerdo con la implementación de dicha maqueta.

➤ **Análisis Cualitativo**

La gran mayoría de estudiantes de la carrera de mecánica automotriz del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano, consideran que es de suma importancia la implementación de la maqueta donde se explique el funcionamiento de un motor de combustión interna con la utilización como combustible el hidrógeno.

Propuesta Práctica de Acción

Percepción y Definición del Problema

Se ha encontrado la necesidad de analizar y comprobar los beneficios que ofrece la utilización de este sistema, por lo tanto, será nuestro objeto de investigación demostrar la eficiencia y funcionamiento de dicho sistema, para la verificación del proceso de adaptación del hidrógeno dentro del motor de combustión interna, observando el ahorro de combustible y la reducción de los gases contaminantes, logrando así aclarar las dudas sobre la utilización del hidrógeno de una manera más precisa después de que la maqueta de haya armado por completo.

Diseño de la Ppropuesta

El diseño de ingeniería surge con el fin de solucionar problemas reales que implican elaborar un dispositivo, procesos o sistemas; de ahí la necesidad de contar con procesos que garanticen su construcción.

Por lo tanto, para definir y solucionar un problema correctamente, es necesario un proceso de diseño. La metodología que se utilizará será la presentada según Robert L. Norton (2009), proceso que se destaca por ser iterativo con el fin de garantizar la mejor solución al diseño. Los pasos planteados por esta metodología se describen a continuación:

Figura 15.*Metodología de diseño*

Nota. Metodología de diseño, Robert Norton 2009.

Identificación de la Necesidad

La necesidad está definida como: Se requiere elaborar una maqueta didáctica de un motor de combustión interna a gasolina incorporando hidrogeno como combustible al sistema de alimentación para la carrera de mecánica automotriz del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano, que sea funcional y capaz de cumplir con cada uno de los requerimientos de la misma.

Investigación Preliminar

Toda la información necesaria para el desarrollo de la maqueta didáctica se estudió en el apartado de la fundamentación teórica. Además, se llevó a cabo una recopilación y estudio del estado del arte de trabajos relacionadas, realizados por diferentes universidades.

Planteamiento del Objetivo

Elaborar una maqueta didáctica de un motor de combustión interna a gasolina incorporando hidrógeno como combustible al sistema de alimentación, para la carrera de mecánica automotriz.

Especificaciones de Desempeño

Las especificaciones de desempeño estarán dadas de acuerdo a la funcionalidad y adaptación que deben de cumplir cada uno de los elementos que constituyen el motor de combustión interna (modelo Hyundai HHY1200L) y su funcionamiento eficiente con el gas de hidrógeno.

Ideación o Invención



Tras la solución para el uso de varios elementos para el funcionamiento del motor con el gas de hidrógeno se procede a proponer distintas sugerencias y escoger de mejor manera los elementos que se van a emplear. Logrando así, que los mismos ayuden a satisfacer las necesidades de accionamiento que debe cumplir dicho motor.

Elección del Motor. A continuación, se propone dos motores para la utilización de la maqueta didáctica, obteniendo la siguiente propuesta:

Para esta parte, se selecciona el motor que mejor se acople a las necesidades del proyecto, tomando en cuenta principalmente su ajuste en funcionamiento con el gas de hidrógeno, en la tabla 11 se puede observar algunas de las características que presentan los dos motores a ser utilizados.

Tabla 11.

Propuestas para el motor a utilizar para la maqueta didáctica

Propuesta	Motor Hyundai HHY1200L	Motor Hyundai HYH960A
Imagen	 A photograph of a blue and black Hyundai HHY1200L portable generator. A person's hand is visible on the left side, holding the handle. The generator is sitting on a light-colored surface.	 A photograph of a blue and black Hyundai HYH960A portable generator. The generator is shown from a slightly elevated angle, showing the top and front. It is sitting on a wooden floor.
Características	<p>Modelo: Hyundai HHY1200L</p> <p>Funcionamiento: Gasolina</p> <p>Potencia máxima: 1200 W</p> <p>Potencia continua: 1100 W / 1.60 HP</p> <p>Voltaje: 110 V/ 220 V</p> <p>Velocidad: 3000 rpm</p> <p>Cilindrada: 80 cc</p> <p>Peso: 28 Kg.</p>	<p>Modelo: HYH960A</p> <p>Funcionamiento: Gasolina/aceite</p> <p>Voltaje: 110V</p> <p>Frecuencia: 60 Hz</p> <p>Potencia máxima: 0.8 KW</p> <p>Potencia continua: 0.72 KW</p> <p>Cilindrada: 63 cc</p> <p>Peso: 16 Kg</p>

Nota. Propuestas para el motor a utilizar para la maqueta didáctica, Fares y Maza, 2023.

Tabla 12.

Matriz de decisión para la elección del motor a utilizar para la maqueta didáctica

	Espacio disponible	Facilidad de adaptación y ensamble con otros elementos	Rango
Factor de ponderación	0.40	0.60	1.00
Motor Hyundai HHY1200L	7	8	7.60
Motor Hyundai HYH960A	7	3	4.60

Nota. Matriz de decisión para la elección del motor a utilizar para la maqueta didáctica, Fares y Maza, 2023.

Tras la aplicación de la matriz de selección se ha escogido al motor modelo Hyundai HHY1200L, dado que el mismo es una versión de ciclo de 4 tiempos y su funcionamiento es solo con gasolina como combustible, y el otro motor funciona en ciclos de 2 tiempos, y no pudiendo ser utilizarlo ya que estos ocupan mezcla de gasolina y aceite para su funcionamiento, y no existiría una combustión con dicha mezcla de elementos.

A continuación, se presenta la descripción de los componentes principales y demás elementos de conexión para el correcto funcionamiento del motor con el sistema de hidrógeno.

Motor

Se optado por utilización del motor modelo Hyundai HHY1200L por la cilindrada que posee, constituye una forma compacta y eficiente de demostración de su funcionamiento, cabe

mencionar que el motor en versión de ciclo de 4 tiempos, la gran mayoría de motores de este tamaño se encuentran en ciclo de 2 tiempos dichos motores no se pueden utilizar para el presente proyecto por la razón que estos ocupan una mezcla de gasolina y aceite para su funcionamiento y la necesidad en el proyecto es inyectar el gas de hidrogeno sin ninguna mezcla, el motor puede emplearse en un prototipo debido al tamaño que posee, teniendo en cuenta todo lo mencionado anteriormente se lo eligió.

Figura 16.

Motor modelo Hyundai HHY1200L



Nota. Motor modelo Hyundai HHY1200L. Fares & Maza, 2023.

Datos del motor. A continuación, se presenta los datos técnicos del motor modelo Hyundai HHY1200L.

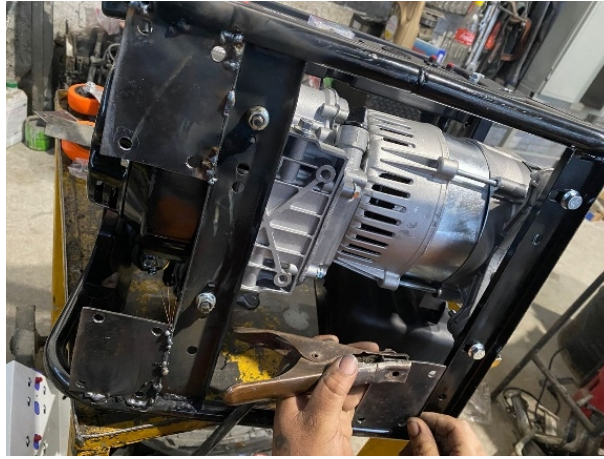
Tabla 13.*Datos técnicos del motor modelo Hyundai HHY1200L*

Modelo	Hyundai HHY1200L
Potencia máxima	1200 W
Potencia continua	1100 W/ 1.60 HP
Voltaje	110V / 220 V
Velocidad	3000 rpm
Cilindrada	80 cc
Tanque	4,8 Lt.
Peso	28 Kg.

Nota. Datos técnicos del motor modelo Motor modelo Hyundai HHY1200L. Fares & Maza, 2023.

Material de cerrajería para la construcción de la maqueta

En este apartado se ha empleado diferentes elementos para la adaptación de toda la maqueta, como es el caso de pletinas, tubos cuadrados, electrodos, chapas de acero inoxidable, entre otros; como se muestra en la siguiente imagen.

Figura 17.*Material de cerrajería*

Nota. Material de cerrajería, Fares & Maza, 2023.

Mangueras

Es un tubo hueco diseñado para transportar fluidos o gases de un lugar a otro. A las mangueras también se les llama tubos, aunque los tubos generalmente son rígidos mientras que las mangueras son flexibles. Las mangueras usualmente son cilíndricas.

Las mangueras y los tubos los podemos encontrar de diversos tamaños, pesos, colores e incluso de diferentes materiales.

Figura 1.**Manguera de combustible**

Nota. Manguera para combustible reforzada. Fares & Maza, 2023.

Abrazaderas

El término abrazadera hace referencia a un tipo de pieza mecánica que se utiliza para sujetar uno o varios objetos, como por ejemplo cables o tubos, y los ciñe o rodea. Es una pieza fabricada en metal, plástico, madera, acero zincado u otros materiales que sirven para asegurar o apretar tuberías u otro tipo de conductos. Suelen ser utilizadas para instalaciones que transportan líquidos como puede ser agua caliente, fría o residuales.

Cantidad Necesaria de Hidrógeno

Cálculo Para el Hidrógeno

La cantidad de gas de Hidrógeno, se calcula cuánto gas se necesita en 1 minuto o 60 segundos, en condiciones de presión y temperatura normales, es decir a 1 atm y 25°C (298°K) respectivamente. Utilizando las siguientes ecuaciones como la Ley de Faraday del peso equivalente respectivamente:

$$m = \frac{E * I * t}{F} \quad (2)$$

$$E = \frac{P}{V} \quad (3)$$

Donde:

Tabla 14.

Valores para cálculo de producción de gas

m = masa de la sustancia alterada (g)	?
E = Peso equivalente (g/mol)	?
I = Intensidad de corriente (A)	8 Amperios

t = Tiempo (s)	60 Segundos
F = Constante de Faraday	96500 C/mol
Pa = Peso atómico (g)	1g
V = Valencia (mol)	2 mol

Nota. Valores para cálculo de producción de gas. Fares & Maza, 2023.

Utilizando la fórmula 3, para el peso equivalente tenemos:

$$E = \frac{P}{V}$$

$$E = \frac{1 \text{ g}}{2 \text{ m}}$$

$$E = 0,5 \text{ m}$$

Utilizando la fórmula sobre la Ley de Faraday, y con todos los datos disponibles calculamos el número de moles que posee el hidrogeno:

Utilizando la ecuación 2, para la masa de la sustancia alterada tenemos:

$$m = \frac{E * I * t}{F}$$

$$m = \frac{0,5 * 8 * 60}{96500}$$

$$m = 0,002487 \text{ m}$$

Una vez que se sabe el número de moles se puede calcular el volumen de gas hidrógeno necesario con la fórmula de los gases ideales teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

Tabla 15.*Parámetros para el gas de hidrógeno*

Parámetros	Valores
P = Presión (atm)	1 atm
V = Volumen (l)	?
n = Número de moles de gas (mol)	n = m
R = Constante universal de los gases	0,082 atm * l / mol * °K
T = Temperatura (K)	298 K

Nota. Parámetros para el gas de hidrógeno. Fares & Maza, 2023.

Una vez conocido el valor del número de moles se calcula el volumen de gas hidrógeno necesario con la fórmula de los gases ideales:

Volumen de gas de hidrógeno:

$$P * V = n * R * T \quad (4)$$

$$V = \frac{n * R * T}{P}$$

$$V = \frac{0,002487 * 0,082 * 298}{1 \text{ atm}}$$

$$V = 0,061 \text{ l}$$

El volumen del gas de oxígeno necesario es la mitad del volumen de gas hidrógeno entonces:

$$V = \frac{Vh}{2} \quad (5)$$

$$V = \frac{0,061 \text{ l}}{2}$$

$$V = 0,0305 \text{ l}$$

Posteriormente, se suman los volúmenes totales de ambos gases con la finalidad de obtener el flujo de gas necesario para el motor de combustión interna:

Volumen total de flujo

$$V_{\text{total}} = V_{\text{H}} + V_{\text{O}} \quad (6)$$

$$V_{\text{total}} = 0,061 \text{ l} + 0,0305 \text{ l}$$

$$V_{\text{total}} = 0,0915 \text{ l}$$

Hay que tener muy en cuenta que el resultado anterior se puede dar, al asumir que la celda en su interior está completamente llena, pero en la práctica no ocurre de ese modo por la razón que al producir el gas hidrogeno el nivel de agua baja, a una razón de capacidad de la celda de un 65% de agua y 35% de gas, cuando esto ocurre solo el 65% de la celda tiene contacto con el agua y solo en este volumen se da la electrolisis consecuentemente, se debe obtener el 65% del volumen total de flujo para lograr una expresión más practica:

$$V_{\text{práct}} = V_{\text{total}} * 0,65 \quad (7)$$

$$V_{\text{práct}} = 0,0915 \text{ l} * 0,65$$

$$V_{\text{práct}} = 0,0596 \text{ l}$$

Tenemos como resultado el flujo de gas hidrógeno de $0,0596 \text{ l/m}$, que sería el necesario teórico para que el motor de combustión interna pueda funcionar de la mejor manera; así mismo con la utilización de gas comprimido de hidrogeno se le regularía para que pueda ingresar el gas correctamente, sin ocasionar daños al motor.

Armado de la Estructura del Motor

- Se procedió a desmontar el tanque de combustible, ya que ahora será alimentado por gas de hidrógeno.

Figura 18.

Desmontado del tanque del motor

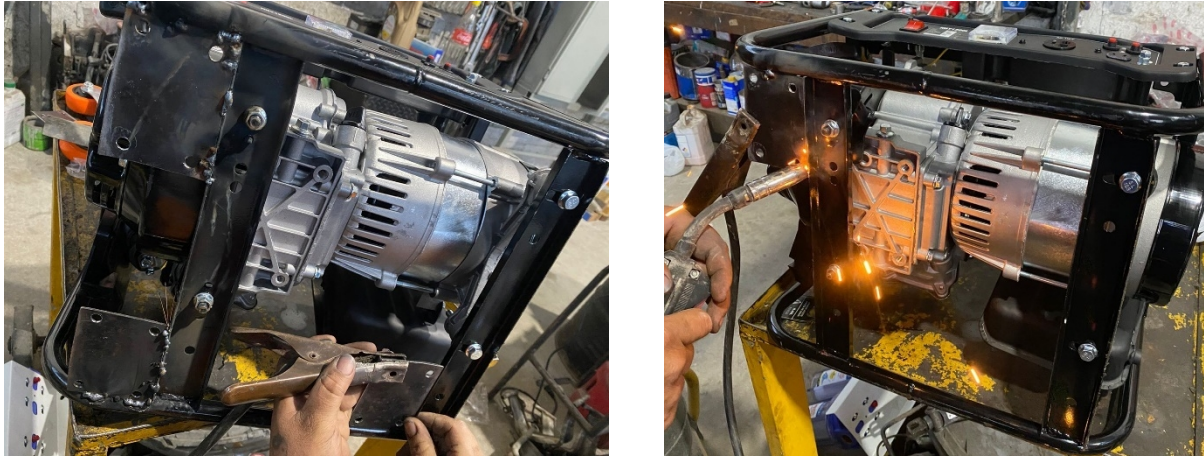


Nota. Desmontaje del tanque del motor. Fares & Maza, 2023.

- Luego de colocan unas placas soporte en la parte inferior de la estructura del motor, para la adaptación de 4 ruedas y facilite el movimiento de la maqueta didáctica.

Figura 19.

Colocación de placas soporte



Nota. Colocación de placas soporte. Fares & Maza, 2023.

- Se emperna las cuatro ruedas en la estructura del motor a utilizar, para una correcta movilidad de toda la maqueta didáctica.

Figura 20.

Colocación de ruedas



Nota. Colocación de las ruedas. Fares & Maza, 2023.

- A continuación, se realiza la adaptación eléctrica para que funcione la carga de la batería y conectado al switch.

Figura 21.

Conexiones eléctricas de la maqueta didáctica



Nota. Conexiones eléctricas de la maqueta didáctica. Fares & Maza, 2023.

- Se presenta la maqueta didáctica del motor de combustión interna a gasolina incorporando hidrógeno como combustible al sistema de alimentación.

Figura 22.

Maqueta didáctica del motor de combustión interna a gasolina incorporando hidrógeno como combustible



Nota. Maqueta didáctica del motor de combustión interna a gasolina incorporando hidrógeno como combustible. Fares & Maza, 2023

Análisis de Gases de Escape

A continuación, se presenta los datos obtenidos del análisis de gases de escape, utilizando inicialmente gasolina en el funcionamiento del motor, y luego se muestra los datos con el uso del hidrogeno como combustible.

En la figura 23 se observa los datos obtenidos con el analizadore de gases con el uso de gasolina donde se obtiene datos del monóxido de carbono con un 1,09 [% vol], el dióxido de carbono con un valor de 6,7 [% vol], los hidrocarburos con un valor de 972 [ppm vol], un valor del oxígeno 9,64 [% vol] y un valor del factor lambda de 1,658.

Figura 23

Datos del análisis de gases con el uso de gasolina



Nota. Datos del análisis de gases con el uso de gasolina. Fares & Maza, 2023

En la figura 24 se observa los datos obtenidos con el analizadore de gases con el uso del hidrogeno donde se obtiene datos del monóxido de carbono con un 0,04 [% vol], el dióxido de carbono con un valor de 0,2 [% vol], los hidrocarburos con un valor de 0 [ppm vol], y un valor del oxígeno 15,72 [% vol]

Figura 24

Datos del análisis de gases con el uso de hidrogeno



Nota. Datos del análisis de gases con el uso de hidrogeno. Fares & Maza, 2023

En la tabla 16 y figura 25 se muestra los datos comparativos entre el uso de gasolina e hidrógeno como combustibles, en el monóxido de carbono tenemos una reducción de 1,09 a 0,04 [% vol], en el dióxido de carbono una reducción de 6,7 a 0,2 [% vol], en los hidrocarburos de 972 a 0 [ppm vol], en el oxígeno tenemos un aumento de 9,64 a 15,72 [% vol] ya que por los componentes del hidrogeno aumenta la relación usada para el mismo. Determinando claramente la reducción de los gases contaminantes para el medio ambiente, con el uso del combustible alternativo como es el caso del hidrógeno.

Tabla 16

Comparación entre los valores de los gases de escape utilizando como combustible gasolina e hidrógeno

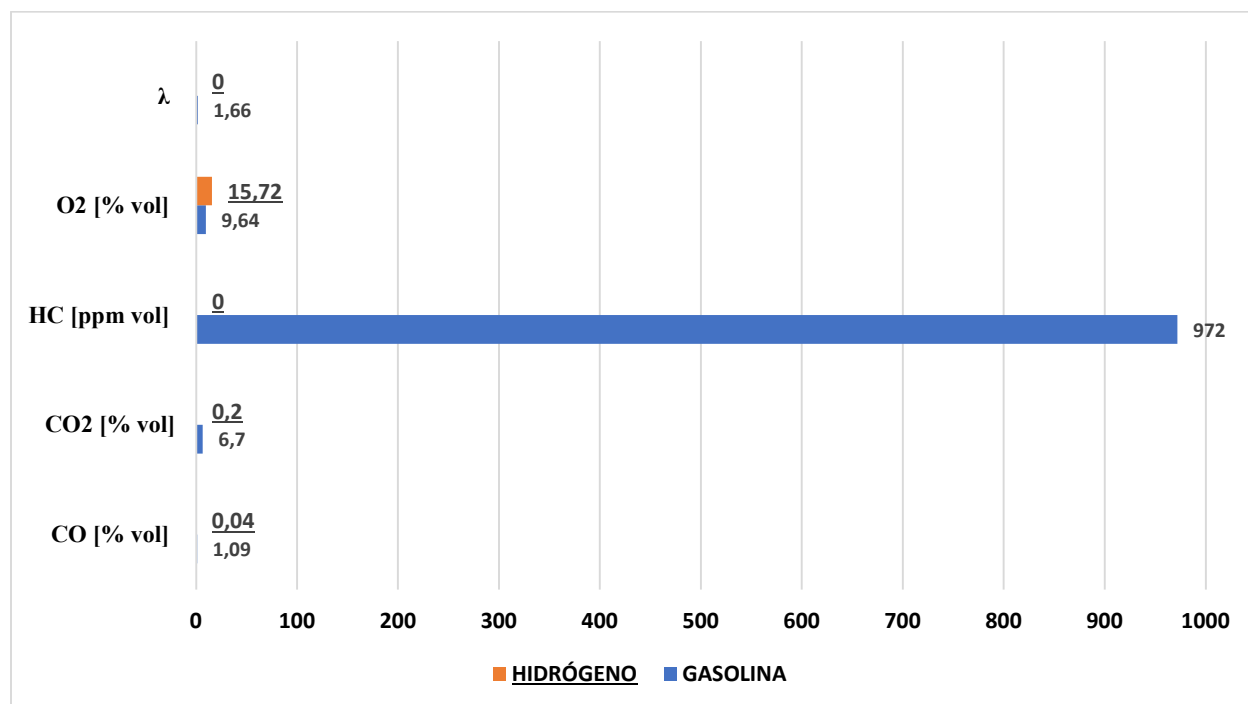
	GASOLINA	HIDRÓGENO
CO [% vol] (Monóxido de carbono)	1.09	0.04
CO₂ [% vol] (Dióxido de carbono)	6.7	0.2
HC [ppm vol] (Hidrocarburos)	972	0
O₂ [% vol] (Oxígeno)	9.64	15.72
λ (factor Lambda)	1.658	-

Nota. Comparación entre los valores de los gases de escape utilizando como combustible gasolina e hidrógeno.

Fares & Maza, 2023

Figura 25

Comparación entre los valores de los gases de escape utilizando como combustible gasolina e hidrógeno



Nota. Comparación entre los valores de los gases de escape utilizando como combustible gasolina e hidrógeno.

Fares & Maza, 2023

Resultados y Discusión

El presente proyecto se trató sobre la implementación de un sistema de hidrógeno en un motor de combustión interna a cuatro tiempos, carburado, su cilindrada es de 80 centímetros cúbicos y es un motor maquete ya que va a pertenecer a prácticas educativas de mecánica automotriz del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano, esto con la finalidad de demostrar las posibles ventajas o desventajas del uso y adquisición de este sistema que promete ser efectivo en sus garantías.

Se recopiló la información necesaria para conocer acerca del sistema de producción o generación del hidrógeno, de los sistemas duales gasolina – hidrógeno y gasoil – hidrógeno, su funcionamiento, así como también los gases contaminantes efecto de la combustión.

Usando los materiales y procedimientos previstos en este proyecto se realizó la instalación del sistema de hidrógeno en el motor de combustión interna. Cabe destacar que el sistema de hidrógeno usado en este proyecto fue realizado con un valor de 848,52 USD.

Los materiales que se utilizaron para la construcción de la maqueta son fáciles de conseguir en nuestro medio y a un costo moderado para su producción.

Con el uso del hidrógeno, la cámara de combustión está sometida a un incremento en las explosiones por la mezcla de combustible con hidrógeno y los componentes mecánicos estarán igualmente sometidos a mayor desgaste para el cual no fueron diseñados, las piezas móviles, por lo que es necesario mantener una óptima lubricación de estos componentes.

Una buena razón para que el hidrógeno sea el sustituto de los hidrocarburos es que su producción se da al separar las moléculas de agua al ser electrolizada dando lugar a un combustible limpio, que, al ser usado en el motor, el único residuo que arroja es el vapor de agua. Debido a que el hidrógeno no se encuentra en estado gaseoso natural sino combinado con otros elementos, resulta algo difícil la producción de dicho combustible ya que se necesita una gran cantidad de energía.

Los motores que pueden funcionar con combustible hidrógeno son los ciclos Otto, con pequeñas modificaciones tanto en el encendido como en la alimentación, también está el motor

rotativo Wankel, que con su diseño lo hace más apropiado para usar dicho combustible ya que no presenta riesgos de retroceso de flama.

Se evaluó los valores de los gases y se constató el antes y el después del uso del hidrogeno para la combustión, se observó claramente un cambio notable del monóxido de carbono con un 0,04 [% vol], el dióxido de carbono con un valor de 0,2 [% vol], los hidrocarburos con un valor de 0 [ppm vol], y un valor del oxígeno 15, 72 [% vol]. Con lo datos obtenidos se determina la reducción de gases de escape contaminantes para el medio ambiente con el uso de hidrogeno en motores de combustión interna alternativos.

Costos de Construcción

Tabla 17.

Costos de la maqueta didáctica

<i>ELEMENTOS Y EQUIPOS</i>	<i>VALOR (\$)</i>
Motor Hyundai HHY1200L	265.00
Llantas	14.00
Manguera	10.00
Válvulas Check	13.12
Manómetros	12.81
Acoples	3.40
Tanque de hidrogeno	450.00
Total	848,52

Nota. Costos de la maqueta didáctica. Fares & Maza, 2023.

Normativas de seguridad

- Siempre usar implementos de seguridad como guantes, gafas, mandil, para poder manipular de mejor manera el electrolito, ya que sea usa ácidos que pueden afectar la integridad de la persona.
- Tener cuidado con la contención del hidrógeno, en la detección de fugas y en la ventilación de las zonas aledañas, ya que el peligro está asociado con cualquier forma de hidrógeno que indebidamente produce una mezcla inflamable o detonante, seguido de fuegos detonantes.
- Los principales riesgos asociados al manejo y uso de hidrógeno son:
 1. Fugas y explosiones
 2. Fugas
 3. Dispersión del hidrógeno
 4. Fallos en los tanques de almacenamiento
 5. Fallos en los sistemas de ingreso del gas
 6. Fallos en el sistema de vaporización
 7. Condensación del aire.

Beneficios para el medio ambiente

- Reducción del consumo de combustible entre un 25% y 58%
- Reducción de emisiones (CO, NOx)
- Vida del motor prolongada
- Mayor torque y una aceleración más fuerte y fluida
- Más potencia del motor
- El aceite se mantiene más limpio ya que se deposita menos carbono en el motor.

Conclusiones

- Se logró recopilar la información sobre la fundamentación teórica de las propiedades y principios de funcionamiento del hidrógeno como abastecimiento de combustible, a través de datos útiles para mostrar la funcionalidad eficiente en el ciclo termodinámico del motor a combustión interna.
- Además, como resultado de la compilación de datos de las encuestas y analizadas estadísticamente se observó y demostró que efectivamente es viable la implementación de la maqueta didáctica que muestra la aplicación de nuevas tecnologías para el reemplazo del combustible como es el caso de la gasolina.
- Se desarrolló el estudio práctico mediante todo el proceso de ajustes del motor utilizado y ejecución del acoplamiento del hidrógeno, en el reemplazo del combustible a utilizar, para así mejorar la calidad de estudio y aprendizaje interactivo de los estudiantes de la carrera de mecánica automotriz del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano.
- Con la exposición detallada del proyecto práctico de investigación se dio a conocer la importancia de las maquetas didácticas dentro de la formación profesional y orientación integral de cada uno de los estudiantes, para la implementación de dichas tecnologías.
- Se determinó claramente la reducción de los contaminantes del medio ambiente con el análisis de gases del antes y después con el uso de la gasolina y el nitrógeno como combustibles, obteniendo los datos siguientes: monóxido de carbono con un 0,04 [% vol], el dióxido de carbono con un valor de 0,2 [% vol], los hidrocarburos con un valor de 0 [ppm vol], y un valor del oxígeno 15,72 [% vol].

Recomendaciones

- Después de haber realizado este proyecto se puede decir que la adaptación de la alimentación de gas hidrogeno para el motor debe tener total hermeticidad en todos los puntos de conexiones de conductos, principalmente en los tanques de almacenamiento para garantizar que no exista fugas ya que es un gas muy inflamable.
- En la construcción de la maqueta se debe tener en cuenta, los equipos de protección personal como es el casco para soldar, lentes transparentes para la protección de ojos, mascarilla de nariz, ya que se utiliza soldadora, amoladoras, taladros, sopletes para pintura y demás equipos necesarios.
- El hidrógeno debe estar en un lugar de fácil acceso y debe de estar bien fijado a la estructura de motor, y no estar en lugares demasiado calientes ya que puede afectar contención de este gas.
- Con el uso del hidrogeno en el motor, los elementos móviles internos como: Bielas, pistón y cigüeñal, entro otros, que estan sometidos a mayores esfuerzos y por ende un mayor desgaste de los mismos, se recomienda hacer los cambios de aceite en el tiempo exacto en el que recomiende el fabricante.

Bibliografía

- AICHER, OTL. (2007). El mundo como proyecto. En G. Gazal, & G. Diseño (Ed.), *Diseño Proyectual*. España.
- Alarcon , F., Riquelme, A., Peralta, J., Cruz, J., Vargas, A., Valero, W., & Velasquez, R. (2018). *Efectos del oxihidrógeno como aditivo en motores de combustión interna*. [Tesis en grado de Ingeniería] Universidad Nacional de San Agustín.
- Barbera, N., & Inciarte, A. (2012). *Fenomenología y hermenéutica: dos perspectivas para estudiar las ciencias sociales y humanas*.
<https://www.redalyc.org/pdf/904/90424216010.pdf>.
- Díaz, Á., González, J., & González, O. (2017). *Análisis de un generador de HHO de celda seca para su aplicación en motores de combustión interna*. [Tesis en grado de Ingeniería] Universidad Industrial de Santander.
- Diez, I. (2022). *Motores propulsados por amoníaco e hidrógeno como combustibles*. [Tesis en Grado de Ingeniería]. ICAI - Universidad Pontificia Comillas.
- Fábrega, M. (2009). *Hidrógeno: Aplicación en motores de combustión interna*. [Tesis en grado de Ingeniería] Universidad Politécnica de Catalunya.
- García, M., & Ferrando Alvira , J. (1993). Analisis de la realidad social metodos y tecnicas de investigacion. En M. F. Garcia. Alianza Universidad Textos.
- Jordán , J., Zhigui, C., & Guzmán, F. (2010). *Diseño de un prototipo para un sistema de alimentación de gas hidrógeno como combustible alternativo para un motor de ciclo otto*. [Tesis en grado de Ingeniería]. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.
- Juma, D., Martínez, W., Erazo, G., & Castro, J. (2013). *Diseño e instalación de un sistema de alimentación gasolina - HHO en el motor de combustión interna del vehículo monoplaza tipo Buggy del laboratorio de Mecánica de patio de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga*. [Tesis en grado de Magister] Universidad de las Fuerzas Armadas.

- León, G. H. (2020). *Gob.ec*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/2020/2020_ANET_METODOLOG%C3%8DA.pdf
- Linares, J., & Moratilla, B. (2007). *El hidrógeno y la energía: Análisis de situación y prospectiva de nuevas tecnologías energéticas*. Universidad Pontificia Comillas.
- López, J. (2018). *Alimentación de un motor monocilíndrico con hidrógeno obtenido a través de la electrólisis del agua*. Universidad Nacional de Loja.
- Municipio de Loja. (2022). *Matriculación Vehicular*. Retrieved 10 de diciembre de 2022, from loja.gob.ec: <https://www.loja.gob.ec/category/departamentos/matriculacion-vehicular>
- Peretti, H., & Visintin, A. (2011). *Hidrógeno, combustible del futuro: ¿Por qué, cómo y dónde?* [Tesis en grado de Ingeniería] Universidad Nacional de la Plata .
- Placeres, D. M. (11 de 05 de 2018). *Scielo*. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1561-30032006000200008
- Pupiales, W., Reyes, G., Iñiguez, J., Soria, C., & Yépez, J. (2018). *Estudio de emisiones contaminantes utilizando mezcla de gasolina e hidrógeno como combustible en un motor de combustión interna a 2800 m. s. n. m.* [Tesis de grado en Ingeniería] Universidad Internacional del Ecuador.
- Rodriguez, S., & Sáenz, J. (2013). *Evaluación técnica de un motor de combustión interna por ignición utilizando como combustible mezcla de gasolina corriente con hidrógeno al treinta por ciento (30%) en volumen*. [Tesis en grado de Ingeniería] Universidad Libre de Bogotá.
- Ruiz, C. (2006). *Diseño de un sistema de inyección para la conversión de un motor de gasolina a hidrógeno*. [Tesis de grado de Ingeniería] Universidad de los Andes.
- Suarez, A. (2005). *Conversión de un motor cuatro tiempos de gasolina a hidrogeno por medio de inyección directa en las bujías*. [Tesis de grado de Ingeniería] Universidad de los Andes.

- Suárez, B. W. (2018). *Generador de hidrógeno como reductor de gases, contaminantes para los motores Kia, en el 3ero de bachillerrato del instituto particular "LATINOAMERICANO" en el sector de lumbisi, año lectivo 2017-2018*. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, Quito.
- Tito, J. (2022). *Implementación de un generador de hidrógeno de un sistema dual fuel Hidrógeno / Gasolina de un vehículo Corsa Wind*. [Tesis de grado en Tecnología] Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva .
- Tovar, M., Calles , J., & Moreno, L. (2006). *La Hermenéutica: una actividad interpretativa*. Caracas: <https://www.redalyc.org/pdf/410/41070212.pdf>.
- Zita, F. (2018). *Métodos y Técnicas de investigación*. diferenciador.com: <https://www.diferenciador.com/metodos-y-tecnicas-de-investigacion/>

Anexos

Presupuesto

El total del presupuesto inicial para la elaboración de la maqueta didáctica de un motor de combustión interna a gasolina incorporando hidrogeno como combustible al sistema de alimentación para la carrera de mecánica automotriz, del ISTS, del trabajo investigativo será financiado en su totalidad por los autores.

Tabla 18.

Presupuesto – Factura

PRESUPUESTO		
RECURSOS HUMANOS		
Aporte del Investigadores	Fares Sarmiento Gerardo de Jesús	
	Maza Paredes Juan Carlos	
Total, de Ingresos	\$1000.00	
RECURSOS MATERIALES		
Cantidad	Descripción	Precio
1.00	Kit del dispositivo generador de hidrogeno	\$140.00
1.00	Alquiler de equipos automotrices	\$100.00
1.00	Documentación	\$100.00
1.00	Recursos varios	\$400.00
	Total	\$740.00

Nota. Presupuesto inicial. Fares & Maza, 2023.

Cronograma

Tabla 19.

Cronograma de actividades

N°	MESES Y SEMANAS ACTIVIDADES	OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Taller de investigación para formulación de proyecto de investigación de fin de carrera.	X	X																										
2	Refuerzo en problema a trabajar en base a las líneas de investigación.		X																										
3	Identificación del problema.			X																									
4	Planteamiento del tema.				X																								
5	Elaboración de justificación.					X																							
6	Planteamiento de objetivo general y objetivos específicos.						X																						
7	Elaboración del marco institucional y teórico.							X	X																				
8	Elaboración del diseño metodológico: Metodologías y técnicas a ser utilizadas en la investigación.								X	X																			
9	Determinación de la muestra, recursos, y bibliografía.										X																		
10	Presentación del proyecto ante el Vicerrectorado.											X																	
11	Aprobación de temas de proyectos de investigación de Fin de Carrera.												X	X	X														
12	Desarrollo de investigación y propuesta de acción. Elaboración de conclusiones y recomendaciones y levantamiento del documento final del borrador de proyecto de investigación.														X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
13	Revisión integral del proyecto.																										X		
14	Entrega de borradores de proyectos de investigación de fin de carrera.																										X		
15	Entrega de borradores de proyectos de investigación de fin de carrera.																											X	

Nota. Fares & Maza, 2023

Certificados varios

Certificación de aprobación del proyecto de investigación de fin de carrera, emitido por el Vicerrectorado Académico del ISTS.

Figura 26.

Certificación de aprobación del proyecto de investigación de fin de carrera, por el Vicerrector

VICERRECTORADO ACADÉMICO

Loja, 8 de Abril del 2023
Of. N° 831 -VDIN-ISTS-2023

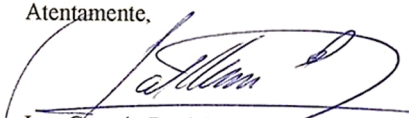
Sr.(ita). FARES SARMIENTO GERARDO DE JESUS
ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ
Ciudad

De mi consideración:

Por medio de la presente me dirijo a ustedes para comunicarles que una vez revisado el anteproyecto de investigación de fin de carrera de su autoría titulado **ELABORACIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA A GASOLINA INCORPORANDO HIDRÓGENO COMO COMBUSTIBLE AL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN PARA LA CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUDAMERICANO EN EL PERIODO OCTUBRE 2022 – MARZO 2023**, el mismo cumple con los lineamientos establecidos por la institución; por lo que se autoriza su realización y puesta en marcha, para lo cual se nombra como director de su proyecto de fin de carrera (el/la) Ing ANDERSON JAVIER BENITEZ LEON.

Particular que le hago conocer para los fines pertinentes.

Atentamente,



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



Nota. Certificación de aprobación del proyecto de investigación de fin de carrera, emitido por el Vicerrectorado Académico del ISTS. Fares, 2023

Figura 27.

Certificación de aprobación del proyecto de investigación de fin de carrera, por el Vicerrector



**INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUDAMERICANO**
placando gente de futuro

VICERRECTORADO ACADÉMICO

Loja, 15 de Febrero del 2023
Of. N° 705 -VDIN-ISTS-2023

Sr.(ita). MAZA PAREDES JUAN CARLOS
ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Ciudad

De mi consideración:

Por medio de la presente me dirijo a ustedes para comunicarles que una vez revisado el anteproyecto de investigación de fin de carrera de su autoría titulado **ELABORACIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA A GASOLINA INCORPORANDO HIDRÓGENO COMO COMBUSTIBLE AL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN PARA LA CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ EN EL PERIODO OCTUBRE 2022 – MARZO 2023**, el mismo cumple con los lineamientos establecidos por la institución; por lo que se autoriza su realización y puesta en marcha, para lo cual se nombra como director de su proyecto de fin de carrera (el/la) Ing ANDERSON JAVIER BENITEZ LEON.

Particular que le hago conocer para los fines pertinentes.

Atentamente,



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



INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO
VICERRECTORADO
SUDAMERICANO

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

Nota. Certificación de aprobación del proyecto de investigación de fin de carrera, emitido por el Vicerrectorado Académico del ISTS. Maza, 2023

Certificado o Autorización Para la Ejecución de la Investigación Del ISTS.

Figura 28.

Certificado o Autorización Para la Ejecución de la Investigación Del ISTS.

Loja, 31 de marzo del 2023

Estimado señor estudiante
Sr. Fares Sarmiento Gerardo de Jesus

CARRERA MECÁNICA AUTOMOTRÍZ PERIODO EXTRAORDIARIO OCTUBRE
2022 – FEBRERO 2023

De mis consideraciones:

Presento a usted mi cordial y atento saludo al tiempo que:

1. **Autorizo** el tema de investigación de fin de carrera en favor de los fines académicos de la Carrera de Mecánica Automotriz; al mismo tiempo que le felicito de antemano y le auguro éxitos en su trabajo académico pues este aporta para que, a partir de la investigación y la praxis, se acerque hacia el verdadero conocimiento.
2. **Delego** al Director de Titulación la asesoría, el acompañamiento permanente al estudiante; y de manera obligatoria, la implementación y/o entrega de producto final como requisito para titulación.
3. **Delego** a la Ing. María Cristina Moreira, Mgs./Coordinadora de Investigación ISTS coordine acciones con el Director de Titulación de modo que determinen a que área de investigación corresponde el resultado final en documento y en producto; es decir, si corresponde a producción tecnológica u otro; de la misma forma lo documente de acuerdo al PEDI 2022 – 2024 para fines de evidencia de investigación.
4. **Copio** el documento a personeros del ISTS para los fines correspondientes a cada departamento.

Particular que notifico para los fines académicos pertinentes.

Atentamente,



Ing. Ana Marcela Cordero, Mgs.

RECTORA ISTS

C/C.

Ing. Patricio Villamarín, Mgs., Ing. María Cristina Moreira, Mgs., Ing. Luis Darío Granda,

Tlga. Carla Benítez

Ing. Anderson Benítez

Nota. Certificado o autorización para la ejecución de la investigación de la empresa pública, privada o del ISTS en la que se va a ejecutar. Fares, 2023

Figura 29.*Certificado o Autorización Para la Ejecución de la Investigación Del ISTS.*

Loja, 31 de marzo del 2023

Estimado señor estudiante
Sr. Maza Paredes Juan Carlos

**CARRERA MECÁNICA AUTOMOTRÍZ PERIODO EXTRAORDINARIO OCTUBRE
2022 – FEBRERO 2023**

De mis consideraciones:

Presento a usted mi cordial y atento saludo al tiempo que:

1. **Autorizo** el tema de investigación de fin de carrera en favor de los fines académicos de la Carrera de Mecánica Automotriz; al mismo tiempo que le felicito de antemano y le auguro éxitos en su trabajo académico pues este aporta para que, a partir de la investigación y la praxis, se acerque hacia el verdadero conocimiento.
2. **Delego** al Director de Titulación la asesoría, el acompañamiento permanente al estudiante; y de manera obligatoria, la implementación y/o entrega de producto final como requisito para titulación.
3. **Delego** a la Ing. María Cristina Moreira, Mgs./Coordinadora de Investigación ISTS coordine acciones con el Director de Titulación de modo que determinen a que área de investigación corresponde el resultado final en documento y en producto; es decir, si corresponde a producción tecnológica u otro; de la misma forma lo documente de acuerdo al PEDI 2022 – 2024 para fines de evidencia de investigación.
4. **Copio** el documento a personeros del ISTS para los fines correspondientes a cada departamento.

Particular que notifico para los fines académicos pertinentes.

Atentamente,



Ing. Ana Marcela Cordero, Mgs.

RECTORA ISTS

C/C.

Ing. Patricio Villamarín, Mgs., Ing. María Cristina Moreira, Mgs., Ing. Luis Darío Granda,

Tlga. Carla Benítez

Ing. Anderson Benítez

Nota. Certificado o autorización para la ejecución de la investigación de la empresa pública, privada o del ISTS en la que se va a ejecutar. Maza, 2023

Certificado de la implementación del proyecto

Figura 30.

Certificado de la implementación del proyecto, página 1.



Loja, 03 de mayo de 2023

El suscrito Ing. Luis D. Granda, Docente Responsable de recibir el Producto del Trabajo de Fin de Carrera del ISTS del mismo, a petición de parte interesada y en forma legal.

CERTIFICA:

Que el Sr JUAN CARLOS MAZA PAREDES, con cédula de identidad Nro. 1105180150 y el Sr FARES SARMIENTO GERARDO DE JESUS, con cédula de identidad Nro. 1105756413 han realizado la entrega de un motor con adaptación para funcionamiento con hidrógeno, como parte de Proyecto de Titulación de Fin de carrera de la T. S. Mecánica Automotriz denominado "Elaboración de una maqueta didáctica de un motor de combustión interna a gasolina incorporado hidrógeno como combustible al sistema de alimentación para la carrera de mecánica automotriz en el periodo Octubre 2022-marzo 2023. Para tal efecto el Ing. Luis D. Granda da fe de que se ha realizado la socialización y la implementación correspondientes de la maqueta en los laboratorios de la carrera de Mecánica Automotriz, la misma se deja en estado infuncional ya que no se realiza la entrega del tanque de hidrógeno dado el riesgo que representa el almacenaje del mismo.

Particular que se comunica en honor a la verdad para los fines pertinentes.



*Ing. Luis D. Granda,
Responsable de recibir el
Producto de la Carrera de Mecánica Automotriz*

Nota. Certificado de la implementación del proyecto del coordinador de carrera de la T.S. en Mecánica Automotriz, por Fares y Maza, 2023

Modelo de la encuesta

Encuesta para la elaboración de una maqueta didáctica de un motor de combustión interna a gasolina incorporando hidrógeno como combustible al sistema de alimentación, para la carrera de Mecánica Automotriz.

La presente encuesta tiene como finalidad recoger datos e información relevante al proyecto de investigación de fin de carrera para la elaboración de una maqueta didáctica de un motor de combustión interna a gasolina incorporando hidrógeno como combustible al sistema de alimentación, para la carrera de Mecánica Automotriz del ISTS.

El siguiente cuestionario tiene preguntas de una opción y de opción múltiple; además todas las preguntas deben ser contestadas de manera obligatoria.

1. ¿A que ciclo pertenece usted?

- Primer ciclo
- Segundo ciclo
- Tercer ciclo
- Cuarto ciclo
- Quinto ciclo
- Periodo extraordinario

2. ¿Conoce usted ó ha escuchado hablar de combustibles alternativos para vehículos?

- Si
- No

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

- Hidrógeno
- Gasolina + Hidrógeno
- Etanol
- Biodiesel
- Gas natural
- Propano

4. ¿Con que frecuencia los docentes del ISTS hacen uso de las maquetas didácticas que poseen en los talleres de mecánica automotriz?

- Nunca
- Casi nunca
- Ocasionalmente
- Casi todos los días
- Siempre

5. ¿Le gustaría utilizar maquetas didácticas para el aprendizaje de nuevas tecnologías?

- Si
- No

6. ¿Cómo calificaría al aprendizaje brindado en el ISTS en la carrera de Mecánica Automotriz a través de maquetas didácticas?

- Insatisfactorio
- Poco Satisfactorio
- Normal
- Satisfactorio
- Muy satisfactorio

7. ¿Conoce usted el proceso para la utilización de hidrogeno como combustible en un motor de combustión interna alternativo?

- Si
- No

8. ¿Le gustaría conocer el proceso acerca de la utilización de hidrógeno como combustible en un motor de combustión interna alternativo?

- Si
- No

9. ¿Sabe usted que el motor de su vehículo puede quemar más eficientemente la gasolina al añadir gas de hidrógeno a la combustión?

- Si
- No

10. ¿Estaría de acuerdo con la implementación de una maqueta donde se explique el funcionamiento de un motor de combustión interna con la utilización como combustible el Hidrógeno?

- Si
- No

Evidencias fotográficas

Figura 31.

Motor Hyundai HHY1200L



Nota. Proceso de construcción, Fares & Maza, 2023

Figura 32.

Desmontaje del tanque de combustible



Nota. Proceso de construcción, Fares & Maza, 2023

Figura 33.

Desmontaje del tanque de combustible



Nota. Proceso de construcción, Fares & Maza, 2023

Figura 34.

Armado de la maqueta didáctica



Nota. Proceso de construcción, Fares & Maza, 2023

Figura 35.

Armado de la maqueta didáctica



Nota. Proceso de construcción, Fares & Maza, 2023

Figura 36.

Armado de la maqueta didáctica



Nota. Proceso de construcción, Fares & Maza, 2023

Figura 37.

Colocación de las ruedas para la movilidad de la maqueta didáctica



Nota. Proceso de construcción, Fares & Maza, 2023

Figura 38.

Armado de la maqueta didáctica



Nota. Proceso de construcción, Fares & Maza, 2023

Figura 39.

Base soporte del motor y gas de hidrógeno



Nota. Proceso de construcción, Fares & Maza, 2023

Figura 40.

Armado de la maqueta didáctica



Nota. Proceso de construcción, Fares & Maza, 2023

Figura 41.

Tanque de hidrógeno comprimido



Nota. Hidrógeno, Fares & Maza, 2023

Figura 42.

Factura – Motor Hyundai HHY1200L



JOANNA SLABY
GRUCOA
Matriz AV. ORDOÑEZ LASO
SLABY2010@GMAIL.COM
0983089924 - 0995826104
Obligado a llevar Contabilidad
EMISION:
CONTRIBUYENTE RÉGIMEN RIMPE

Factura

RUC 1727981787001
No. 001-002-000004725
Autorización 2103202301172798178700120010020000047251234567819
Fecha y Hora Autorización 2023-03-21T13:54:05-05:00
Ambiente PRODUCCION



2103202301172798178700120010020000047251234567819

Razón Social / Nombres :	MAZA PAREDES JUAN CARLOS	Fecha de Emisión:	21/03/2023
Identificación:	1105180150	Guía de Remisión:	
Dirección:	LOJA		
Correo:	juancarlosmazaparedes@gmail.com		

Cod. Principal	Cant	Descripción	Precio Unitario	Descto	Subtotal
7309964018278	1.00	GENERADOR HYUNDAI HHY1200L	\$ 236.6071	\$ 0.00	\$ 236.61

Información Adicional																															
logista de envío cambio y reenvío a loja) 15 <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Forma de Pago</th> <th>Valor</th> <th>Plazo</th> <th>Tiempo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>OTROS CON UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO</td> <td>\$ 265.00</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Forma de Pago	Valor	Plazo	Tiempo	OTROS CON UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO	\$ 265.00			<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Subtotal 12%</td><td>\$ 236.61</td></tr> <tr><td>Subtotal 0%</td><td>\$ 0.00</td></tr> <tr><td>Subtotal no objeto de IVA</td><td>\$ 0.00</td></tr> <tr><td>Subtotal Exento de IVA</td><td>\$ 0.00</td></tr> <tr><td>Subtotal Sin Impuestos</td><td>\$ 236.61</td></tr> <tr><td>Descuento</td><td>\$ 0.00</td></tr> <tr><td>ICE</td><td>\$ 0.00</td></tr> <tr><td>IVA 12%</td><td>\$ 28.39</td></tr> <tr><td>IRBPNR</td><td>\$ 0.00</td></tr> <tr><td>Propina</td><td>\$ 0.00</td></tr> <tr><td>Valor Total</td><td>\$ 265.00</td></tr> </table>	Subtotal 12%	\$ 236.61	Subtotal 0%	\$ 0.00	Subtotal no objeto de IVA	\$ 0.00	Subtotal Exento de IVA	\$ 0.00	Subtotal Sin Impuestos	\$ 236.61	Descuento	\$ 0.00	ICE	\$ 0.00	IVA 12%	\$ 28.39	IRBPNR	\$ 0.00	Propina	\$ 0.00	Valor Total	\$ 265.00
Forma de Pago	Valor	Plazo	Tiempo																												
OTROS CON UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO	\$ 265.00																														
Subtotal 12%	\$ 236.61																														
Subtotal 0%	\$ 0.00																														
Subtotal no objeto de IVA	\$ 0.00																														
Subtotal Exento de IVA	\$ 0.00																														
Subtotal Sin Impuestos	\$ 236.61																														
Descuento	\$ 0.00																														
ICE	\$ 0.00																														
IVA 12%	\$ 28.39																														
IRBPNR	\$ 0.00																														
Propina	\$ 0.00																														
Valor Total	\$ 265.00																														

Nota. Factura, Fares & Maza, 2023

Figura 43.

Factura – Depósitos de agua

COMERCIALIZADORA RAMIREZ GALVAN CIA. LTDA.
MATRIZ: ANCON TEMA 13-82 Y AV GRAN COLOMB
SUCURSAL: ANCOXIBAMBA Y ANCON
RUC: 1191729488001
Tel: 072388008
CONTRIBUYENTE ESPECIAL Res. Nro. 395
Clave de acceso y autorización 1003202301191729488001200601000009706123456781
Ambiente: PRODUCCION

FACTURA ELECTRÓNICA Nro.
008-001-000069706

FARES TINOCO GERARDO DE JESUS
RUC/CJ 1102123922
taniasaramiento@hotmail.com
FECHA: 10/03/2023 15:55:01
DIREC.: LOJA Telf.:
CIUDHO: LOJA Telf.:

Cant Producto PVP Suman

1.001 *ADUIBLE LIN VALVUL	3.3036	3.30
1.001 *FILTRO AGUA CON 123.7857	23.79	

Nro. Artículos 2
Subtotal 27.08
Descuentos 0.00
Base 12% 27.08
Base 0% 0.00
IVA 12% 3.25
Total \$ 30.34

RECIPIDO \$ 31.00
CAMBIO \$ 0.65

f) FARES TINOCO GERARDO
37420537 Caja: FERRIMAR M 1 0896896
Forma de Pago: EFECTIVO
Fecha: Loja, 10/03/2023 15:55:01
INSTITUCION: NO DEFINIDA
SALDO \$ 0.00

DEDUCCION GASTOS PERSONALES:
TOTAL DEDUCIBLE 0.00
DEDUCIBLE VIVIENDA 0.00
DEDUCIBLE EDUCACION 0.00
DEDUCIBLE SALUD 0.00
DEDUCIBLE ALIMENTACION 0.00

FERRIMAR

Nota. Factura, Fares & Maza, 2023

Figura 44.

Factura – Elementos adicionales del sistema de generación de hidrógeno

AERATO 77-88 Y TULLAN
 119173229001
 MATRIZ: AERATO 77-88 Y TULLAN
 Obligado a llevar contabilidad: SI
 No. Autoriz./Clave de acceso:
 2203202301191732290012001002
 000671391315171911
 Ambiente: PRODUCCION
 Emision : NRM#4
 Registro: 2023-03-22T17:09:21.923973
satv
 Factura: 001002000067139
 Fecha : 2023-03-22
 RUC/ID : 1102123922
 Cliente: FARES TINDO GERARDO DE JESUS
 Direc.: ZANERA HAYCO

CONCEPTO	CNT	PAV	SUBT
*WELLAS CHECK PLATE	1	13.12	13.12
*MANTENIOS 0-200 H3	1	12.81	12.81
*CABLES 3700X4 H4	1	3.40	3.40
SUBT. IVA			29.3336
SUBT. 0%			0.0000
SUBTOTAL			29.3336
DESCUENTO			0.0000
IVA			3.52
TOTAL			32.85

Forma de pago:
 SIN UTILIZACION DEL SISTEMA : 32.85

Agente de retencion
 Nro. Resolucion: 1
 Consulte su factura elec. en:
www.feyplus.com - FACTURAS

Nota. Factura, Fares & Maza, 2023

Figura 45.

Aprobación del CIS




CERTIF. N°. 010-NN-ISTS-2023
Loja, 25 de abril de 2023

El suscrito, Lic. Nadine Alejandra Narvdez Tapia, **DOCENTE DEL ÁREA DE INGLÉS - CIS DEL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO "SUDAMERICANO"**, a petición de la parte interesada y en forma legal,

CERTIFICA:

Que el apartado **ABSTRACT** del Proyecto de Investigación de Fin de Carrera de los señores **FARES SARMIENTO GERARDO DE JESUS** y **MAZA PAREDES JUAN CARLOS** estudiantes en proceso de titulación periodo Octubre 2022 – Marzo 2023 de la carrera de **MECÁNICA AUTOMOTRIZ**; está correctamente traducido, luego de haber ejecutado las correcciones emitidas por mi persona; por cuanto se autoriza la impresión y presentación dentro del empastado final previo a la disertación del proyecto.

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

Lic. Nadine Narvdez *English is a piece of cake.*

25 ABR 2023
EFL TEACHER


Lic. Nadine Alejandra Narvdez Tapia
DOCENTE DEL ÁREA DE INGLÉS ISTS - CIS

Nota. Aceptación del CIS, Fares & Maza, 2023