



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

FABRICACIÓN Y ELABORACIÓN DE GUÍA  
DE USO DIDÁCTICO DE UN PROBADOR DE  
CULATA DE MOTOR DE COMBUSTIÓN  
INTERNA EN EL MÓDULO REPARACIÓN  
DE MOTORES EN SENATI  
INDEPENDENCIA, 2025

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA  
OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN  
DOCENCIA PROFESIONAL TECNOLÓGICA

ESTANISLAO PORTOCARRERO QUINTANA  
ALEJANDRO GREGORIO SALAZAR QUISPE

LIMA – PERÚ

2025



**ASESOR**

Mg. Alejandro Charre Montoya

**JURADO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

DR. MAHIA BEATRIZ MAURIAL MACKEE

PRESIDENTE

MG. MARIANELLA ZEÑA SENCIO

VOCAL

DRA. ELISA SOCORRO ROBLES ROBLES

SECRETARIO (A)

## DEDICATORIA

A mi madre, por su inconmensurable fortaleza, ejemplo eterno de amor.  
A mis hijos por ser mis maestros de vida y razón profunda de mi camino.

## AGRADECIMIENTOS

A las autoridades de la Escuela de Posgrado de la Universidad, a los docentes de maestría por sus enseñanzas, a mi asesor Alejandro Charre Montoya por su infinita paciencia, guía, orientación y facilitador.

## FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Estudio costado por el autor.



UNIVERSIDAD PERUANA  
CAYETANO HEREDIA

#### DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Los egresados:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	PORTOCARRERO QUINTANA ESTANISLAO
2.	SALAZAR QUISPE ALEJANDRO GREGORIO

Pertenecientes al programa de la **MAESTRÍA EN DOCENCIA PROFESIONAL TECNOLÓGICA**, autores del trabajo titulado: **FABRICACIÓN Y ELABORACIÓN DE GUÍA DE USO DIDÁCTICO DE UN PROBADOR DE CULATA DE MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA EN EL MÓDULO REPARACIÓN DE MOTORES EN SENATI INDEPENDENCIA, 2025**, el cual ha sido elaborado, sustentado y aprobado, según corresponda, para optar por el grado de **MAESTRO EN DOCENCIA PROFESIONAL TECNOLÓGICA** bajo la modalidad de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**.

En calidad de docentes asesores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	CHARRE MONTOYA ALEJANDRO	FAEDU	ASESOR

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **10%**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: **2985167455**; fecha de entrega: **17-06-2026**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: Lima, 17 de junio de 2026

Firma del asesor  
N° DNI: 09228530  
ORCID: 0009-0009-5177-8641

Firma del Co-asesor  
N° DNI:  
ORCID:

## ÍNDICE

RESUMEN.....	
ABSTRACT.....	
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Marco contextual del estudio.....	1
1.2. Antecedentes.....	2
1.2.1. Antecedentes nacionales.....	2
1.2.2. Antecedentes internacionales.....	5
1.3. Planteamiento del problema.....	6
1.4. Justificación del estudio.....	8
1.5. Pregunta de investigación.....	9
2. OBJETIVOS.....	10
<b>3.1.</b> Objetivo general.....	10
<b>3.2.</b> Objetivos específicos.....	10
3. DESARROLLO DEL ESTUDIO.....	11
3.1.- Método, Técnicas e instrumentos.....	11
3.3. Fundamentos teóricos y prácticos del estudio.....	13
3.3.1. Motores de combustión interna y el sistema de culata.....	14
3.3.2. Diagnóstico de culatas y pruebas de hermeticidad.....	15
3.3.3. Probador de culata de motor de combustión.....	16
3.3.4. Fabricación de equipos didácticos para la formación técnica.....	24
3.3.5. Guías de uso didáctico como recurso pedagógico.....	25
3.3.6. Enfoque por competencias en la formación técnica.....	26
3.3.7. Teoría del Aprendizaje Significativo aplicada a la Guía Didáctica del Probador de Culata.....	27
3.3.7.1. El papel de los materiales educativos en el aprendizaje significativo	27
3.3.7.2. Aplicación de la teoría de Ausubel a la formación técnica en motores	28
3.3.7.3. La guía didáctica como instrumento facilitador del aprendizaje significativo.....	29
3.3.7.4. El probador de culata como recurso para el aprendizaje significativo	29
3.3.8. Seguridad industrial en trabajos de diagnóstico automotriz.....	31

3.3.9. Curso Reparación de motor de combustión interna en Senati independencia	32
3.3.10. Guía para el uso didáctico del probador de culatas .....	36
Desarrollo del estudio .....	37
<b>3.3.11.</b> Diseño del probador de culatas de motor para su aplicación didáctica en el curso Reparación de Motores.....	38
<b>3.3.12.</b> Construcción de un probador de culatas de motor para su aplicación didáctica en el curso Reparación de Motores.....	47
<b>3.4.</b> Guía de uso didáctico en un probador de culata de motor de combustión interna en el módulo de reparación de motores en Senati Independencia.....	55
Guía de detección de fisuras en culata con prueba hidrostática.....	61
1. Materiales y herramientas necesarias .....	61
2. Preparación de la culata .....	61
1) Desmontar y limpiar .....	61
2) Cerrar conductos de aceite.....	62
3) Sellar cámaras de combustión y conductos de refrigerante.....	62
3. Valores de presión orientativos y seguridad.....	63
4. Procedimiento paso a paso.....	63
1) Montaje del circuito .....	63
2) Llenado y purgado de aire .....	64
3) Aplicación progresiva de presión .....	64
1. Inspección visual y detección .....	64
2. Tiempo de observación .....	64
3. Registro y marcado .....	64
4. Despresurización y limpieza.....	64
5. Interpretación de resultados.....	65
6. Errores comunes y consejos prácticos .....	66
7. Lista rápida de comprobación.....	66
8. Resultado y recomendaciones.....	67
CONCLUSIONES .....	69
RECOMENDACIONES .....	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación se centró en la fabricación de un probador funcional de culata de motor y elaboración de guía didáctica dirigida a optimizar los procesos de enseñanza aprendizaje en el módulo de diagnóstico y reparaciones de motores Diesel y gasolina en la institución Senati Independencia.

La metodología aplicada fue de tipo descriptiva-exploratoria con un enfoque propositivo, orientada al diseño de un instrumento práctico para su implementación en contextos educativos técnicos. Los principales resultados incluyen la fabricación de un probador funcional de culata de motor y elaboración de una guía de uso didáctico, ambos diseñados para facilitar la comprensión y aplicación de procedimientos técnicos. Estos resultados constituyen un aporte a la formación práctica al ofrecer herramientas accesibles y adaptadas a las necesidades del alumnado.

Entre las conclusiones se comprueba que con iniciativa y creatividad es factible desarrollar materiales didácticos innovadores los cuales incrementan la pertinencia de los aprendizajes, la motivación y la autoestima tanto de los docentes como de los estudiantes en formación técnica profesional. Por tanto, se recomienda institucionalizar políticas educativas que promuevan las iniciativas y buenas prácticas docentes, particularmente en la creación de materiales didácticos eficaces para la mejora de los aprendizajes acorde a los avances tecnológicos en el sector productivo.

## **PALABRAS CLAVES**

Probador culata, guía didáctica, motor combustión interna, reparación de motores.

## **ABSTRACT**

This research work focused on the manufacture of a functional engine cylinder head tester and the development of a didactic guide aimed at optimizing the teaching and learning processes in the module of diagnosis and repair of Diesel and gasoline engines at the Senati Independencia institution.

The methodology employed was descriptive-exploratory with a propositional approach, aimed at designing a practical tool for implementation in technical educational contexts. The main results include the fabrication of a functional engine cylinder head tester and the development of a user guide, both designed to facilitate the understanding and application of technical procedures. These results contribute to practical training by offering accessible tools adapted to students' needs.

The findings confirm that with initiative and creativity, it is possible to develop innovative teaching materials that increase the relevance of learning, motivation, and self-esteem of both teachers and students in technical and vocational training. Therefore, it is recommended to institutionalize educational policies that promote initiatives and good teaching practices, particularly in the creation of effective teaching materials to improve learning in accordance with technological advancements in the productive sector.

## **KEYWORDS**

Cylinder head tester manufacturing, technical didactic guide, internal combustion engine, engine repair.

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Marco contextual del estudio

La formación técnica en mecánica automotriz en SENATI independencia enfrenta retos sustanciales debido a la rápida evolución tecnológica de los vehículos y sistemas automatizados. Esta realidad, aumenta la demanda de profesionales técnicos con habilidades especializadas para diagnosticar y reparar sistemas avanzados

Como es de conocimiento general la formación técnica profesional se ve limitada cuando no se cuenta con los recursos didácticos apropiados. Al respecto, en SENATI Independencia se identificó la ausencia de materiales particularmente un probador funcional de culata y su correspondiente guía didáctica. en el módulo de reparación de motores. Esta situación genera dificultades en el aprendizaje práctico, la comprensión de los procesos mecánicos y el desarrollo de competencias técnicas. En consecuencia, se vio conveniente elaborar dichos recursos didácticos que permita a los estudiantes para mejorar su aprendizaje práctico. la experimentación y resolución de problemas reales.

## 1.2. Antecedentes

### 1.2.1. Antecedentes nacionales

Cumbe, A. G. & Damián D. (2023) en su trabajo de titulación "*Restauración mecánica de la maqueta didáctica con motor Volkswagen Polo 1.0 Gasolina*", para optar el título de Ingeniero Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca, desarrolló un trabajo cuyo objetivo fue restaurar la maqueta didáctica con motor Volkswagen Polo 1.0 a gasolina, lo que implicó la reconstrucción mecánica estructura del motor y las configuraciones eléctricas y electrónicas para su funcionamiento, con finalidad de que los estudiantes tengan la oportunidad de aplicar los conocimientos técnicos y prácticos adquiridos en el aula durante la educación académica, lo que benefició a la Carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz de la universidad, aportando conocimiento acerca del diagnóstico, desarmado y reparación de un motor Volkswagen 1.0, garantizando la funcionalidad del mismo y de todos sus componentes.

Pulgarin, V. & Mora, A.S. (2024), en su trabajo de titulación "*Implementación de un Banco Didáctico con Panel de Diagnóstico para un motor Toyota 3K*", para optar el título de Ingeniero Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca, desarrolló un proyecto orientado a la implementación de un banco didáctico con panel de diagnóstico para un motor Toyota 3k, con la finalidad de facilitar el proceso de identificación de las características y funcionamiento de sus componentes, administrar la documentación de mantenimiento, la aplicación de medidas de prevención de riesgos vinculados con la seguridad en el trabajo, la organización adecuada del

espacio de trabajo y la interpretación precisa del estado de falla basado en información recibida de diversas fuentes de especificaciones técnicas, además de impulsar el conocimiento de manera significativa tanto en lo teórico como en lo práctico de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana, en la presente investigación los autores lograron implementar el banco didáctico con un panel de diagnóstico de acuerdo a las necesidades del motor Toyota 3K, realizando para ello las pruebas de funcionamiento y a la vez también se realizó el mantenimiento adecuado para asegurar la operatividad del motor, logrando el correcto funcionamiento del motor, sus sistemas eléctricos y mecánicos y el éxito de la implementación del banco didáctico con panel de diagnóstico que permite el control y monitoreo del funcionamiento adecuado del motor Toyota 3K

Pasco, J. L., Ponciano, C. y Pablo, J. (2022), en su tesis titulada *“Simuladores virtuales y su incidencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje en alumnos de un IST público Provincia Huaraz-2022”*, para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico de la Universidad Continental, realizaron un estudio con la finalidad de analizar el impacto del uso de simuladores virtuales en el aprendizaje del sistema eléctrico automotriz, tipo de investigación aplica. En los resultados quedó evidenciado el fortalecimiento de las competencias técnicas de los estudiantes, asimismo facilitó la comprensión de los procesos eléctricos del vehículo a través del uso de simuladores virtuales, además de recomendar que se deben elaborar guías didácticas para un mejor aprendizaje y el uso adecuado de las herramientas tecnológicas.

Maquera, E. (2024) en su tesis “*Recursos didácticos de diagnóstico automotriz y logro de aprendizaje en estudiantes de Mecatrónica Automotriz del Instituto Tecnológico Ilave, Puno 2023*”, para optar el grado de licenciado profesional universitario en educación en la Universidad Enrique Guzmán y Valle, realizó una evaluación de la relación existente de los recursos de diagnóstico — como herramientas, laboratorios y simuladores— y el rendimiento académico de los estudiantes. El estudio, de tipo descriptivo correlacional, dejó en evidencia que existe una relación significativa entre el uso recursos didácticos y el logro de competencias técnicas y destaca la importancia de utilizar guías si es que se quiere optimizar el aprendizaje práctico en la mecánica automotriz.

Soto, N. P. (2024), en su tesis “*Implementación del Manual de Mantenimiento Preventivo en Taller Automotriz Valdivieso*”, para optar el grado de licenciado profesional universitario en educación en la Universidad Enrique Guzmán y Valle, elaboró un manual técnico direccionado a estandarizar las actividades de mantenimiento en un taller automotriz. Considerando para ello diferentes etapas como: diagnóstico, diseño instruccional, elaboración y validación del manual, con la finalidad de demostrar la importancia de los materiales didácticos específicos como herramienta de apoyo en el aprendizaje técnico. Llegando a la conclusión que la elaboración de guías didácticas para equipos automotrices va a mejorar organización, seguridad y efectividad en las prácticas.

### 1.2.2. Antecedentes internacionales

Minchev, Lyubomirov y Popov (2020) elaboraron la investigación "*Capacitación en el ámbito de la influencia de los defectos de los sistemas de neutralización de emisiones nocivas en la operación del vehículo*", realizado en Sevilla, España, sobre el análisis de la influencia de los defectos en los sistemas de neutralización de emisiones nocivas en la operación del vehículo y el papel de la capacitación práctica en el sistema de diagnóstico en el campo. Los resultados indicaron que los estudiantes aumentaron significativamente su capacidad para identificar y corregir fallos después de haber recibido capacitación práctica con materiales de formación adecuados. Tuvo una importante implicación en el sentido de que la experiencia práctica en áreas críticas es indispensable para la calidad de la formación técnica. Se abogó por la inclusión de técnicas de diagnóstico junto con equipos adecuados en la capacitación técnica. Este contexto apoya nuestro argumento de que la resolución tecnológica, que implica el desarrollo de un conocimiento procedimental específico, debe ser una consideración crítica al prepararse para el aprendizaje con herramientas especializadas como el probador de culata.

### 1.3. Planteamiento del problema

La culata de motor es una pieza importante en el funcionamiento de un motor de combustión interna que a medida que pasa del tiempo y uso va ir presentando fallas tales como deformaciones, fisuras, problemas de estanqueidad entre conductos de refrigeración o lubricación, falla de empaquetaduras de culata, entre otras. Sin embargo, una detección a tiempo disminuirá los costos en la reparación ya prever que se produzcan daños a mayor escala, proceso que se realiza en ocasiones de forma empírica sin tener en cuenta los procedimientos estándar o por la falta de guías didácticas bien estructuradas con la cual se puedan guiar de forma detallada el proceso del diagnóstico. (Wantuo, 2023; y Allied, 2024)).

Por otro lado, el Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial (SENATI), en su campus de Independencia, ofrece la especialidad en Mecánica Automotriz con alrededor de 1500 estudiantes inscritos en un periodo de seis semestres. Para el desarrollo de esta carrera se cuenta con instalaciones de talleres de última generación y equipos para el aprendizaje del diagnóstico, reparación y mantenimiento de vehículos. Pero el hecho de que esta infraestructura exista no significa que no haya fuertes limitaciones en lo que podemos enseñar en la práctica.

Uno de los campos principales en el programa de formación estudiantil es el cuarto semestre, Reparación de Motores Diésel y de Gasolina. Este módulo tiene como objetivo desarrollar en los estudiantes las aptitudes requeridas para el diagnóstico y la reparación de fallas ubicadas en las partes internas de un motor, cuya culata es una de las piezas básicas que sellan la cámara de combustión y garantizan su funcionamiento adecuado.

En la actualidad, en el campus Independencia, la enseñanza de las pruebas diagnósticas de la culata es mayormente teórica, a través de clases con apoyo de presentaciones en PowerPoint, así como videos. A los estudiantes se les enseña la teoría, pero en realidad no llegan a practicar con herramientas que les permitan conocer la estanqueidad, la presión, o si hay una fuga de aire dentro de una culata. Lo único que se realiza es la inspección visual.

Esta restricción tiene implicaciones prácticas para la instrucción de los estudiantes. Como no hay un componente en el cual probar a los estudiantes, no proporcionan un diagnóstico verdadero en este subcomponente; solo reemplazan fluidos o sellos sin examinar la culata del motor. En la práctica, esto resulta en reparaciones parciales y fallas recurrentes (por ejemplo, fugas de aceite, pérdida de presión, fallos relacionados con el sobrecalentamiento del motor, etc.).

Para superar lo expuesto, se requiere contar con un probador de culatas de motores de combustión interna con el fin de utilizarlo como material didáctico. Con la ayuda de este material y su guía didáctica de uso, la formación se podrá realizar el aprendizaje práctico en pruebas de presión, hermeticidad y detección de fugas. Además, su diseño será portátil, económico y para aplicación en talleres.

De acuerdo a lo expuesto, se propone como alternativa de solución la elaboración y desarrollo un probador de culata de motor de combustión interna y su respectiva guía de uso didáctico para que los estudiantes pueden trabajar en habilidades técnicas particulares, como interpretar resultados, intervenciones y mejora del diagnóstico. El proyecto también busca mejorar las prácticas de enseñanza-aprendizaje, mejorar la formación práctica y adaptar las actividades de capacitación a la industria automotriz.

#### 1.4. Justificación del estudio

Desde una perspectiva teórica, esta investigación se fundamenta en principios de ingeniería mecánica y teorías pedagógicas de la enseñanza de técnicas, integrando conceptos de diagnóstico motor y constructivismo didáctico. Así, estableció un vínculo parcial entre el conocimiento especializado y su aplicación efectiva en la formación profesional. En cuanto al enfoque pragmático, aborda un problema concreto en talleres técnicos relacionado con la falta de recubrimientos adecuados para las pruebas de culata y procedimientos estandarizados, lo que permite optimizar tiempos de diagnóstico y reducir costos de mantenimiento.

Metodológicamente, se emplea un enfoque mixto, combinando análisis cuantitativos de parámetros técnicos con evaluación cualitativa de la usabilidad pedagógica, validando los resultados conforme a las normas ISO y regulaciones de SENATI en contextos reales de aprendizaje. De esta manera, la investigación aportará a la mejora de los procesos formativos y a la eficacia operativa en centros de formación profesional.

1.5. Pregunta de investigación.

Pregunta General

¿Cómo realizar la fabricación y elaboración de una guía de uso didáctico de un probador de culata de motor de combustión interna en el módulo Reparación de Motores en SENATI Independencia, 2025?

## 2. OBJETIVOS

### 3.1. Objetivo general.

Realizar la fabricación y elaboración de guía de uso didáctico de un probador de culata de motor de combustión interna en el curso Reparación de Motores en SENATI Independencia, 2025.

### 3.2. Objetivos específicos

1. Diseñar un probador de culatas de motor para su aplicación didáctica en el curso Reparación de Motores en SENATI Independencia, 2025

2. Construir un probador de culatas de motor para su aplicación didáctica en el curso Reparación de Motores en SENATI Independencia, 2025

3. Elaborar una guía de uso didáctico del probador de culata en el curso Reparación de Motores en SENATI Independencia, 2025

### 3. DESARROLLO DEL ESTUDIO

#### 3.1.- Método, Técnicas e instrumentos

El estudio adoptó un enfoque cualitativo de diseño descriptivo acorde a los límites y objetivos específicos de la investigación. Se aplicó la técnica de revisión bibliográfica y documental. En este sentido se buscó información relevante en la web, bibliografía especializada, catálogos, normas y especificaciones técnicas de fabricantes de motores y de probadores de culata. La técnica bibliográfica permitió recoger información de fuentes confiables, respetando los principios de integridad y honestidad académica, asegurando el citado de acuerdo a las normas APA. Asimismo, se garantizó la seguridad de los involucrados en cada una de las actividades realizadas en el taller, siguiendo las normas de seguridad industrial y el uso adecuado de equipos y herramientas dando cumplimiento a los protocolos establecidos por SENATI Independencia.

Esta metodología fundamentó la fabricación y desarrollo de la guía didáctica para el probador de culata en el curso Reparación de Motores en SENATI Independencia durante 2025.

En el presente estudio primero se identificó la problemática existente en la enseñanza del curso de Reparación de Motores de Combustión interna, para cual se realizó la observación directa evidenciando que existe una carencia de recursos didácticos que permitan a los estudiantes comprender de manera práctica la verificación en el sellado de las culatas. Luego se procedió a la elaboración de los planos y bosquejos del probador de culata con el apoyo de software de diseño. A continuación, se llevó a cabo la fabricación del probador de culata y finalmente, se

elaboró la guía de uso didáctico, con un enfoque por competencias y la metodología del autoaprendizaje.

**Figura 1.** *Fases del desarrollo del estudio*



Nota: En la figura 1 se observa las fases del desarrollo del estudio

Para el desarrollo del presente estudio dentro de los aspectos éticos se garantizó la integridad en la recolección y uso de información, en este aspecto la información utilizada fue citada correctamente conforme a las normas APA (7<sup>a</sup> edición), respetando los derechos de autor en toda la investigación. Por otro lado, dado que la investigación se trató de la fabricación y manipulación de un equipo, se dio prioridad a la seguridad de los estudiantes durante las pruebas prácticas, aplicando normas de seguridad, utilización de equipos de protección personal. Finalmente se tuvo en cuenta la confidencialidad y resguardo de información, en este sentido la información recopilada fue tratada de manera confidencial y solamente con fines académicos.

### **3.3. Fundamentos teóricos y prácticos del estudio**

En el presente apartado se procederá a detallar lo que es un motor de combustión interna, la culata, que es un probador de culata de motor de combustión, cuál es su uso, los criterios de pruebas a aplicar, las condiciones de uso, operativas y seguridad. Asimismo, se detalla aspectos teóricos del curso, sus objetivos, el contenido el tema, etc. Finalmente se estará definiendo en qué consiste una Guía de uso didáctico del probador de culatas, su enfoque pedagógico, importancia y su uso en la formación técnica.

### 3.3.1. Motores de combustión interna y el sistema de culata

Los motores de combustión interna (MCI) constituyen máquinas térmicas en las cuales la energía química del combustible se transforma en energía mecánica mediante procesos de combustión controlada. Según Heywood (2021), la eficiencia y el rendimiento del motor dependen directamente de la hermeticidad y del correcto funcionamiento de sus componentes, entre ellos la culata.

La **culata** es una de las piezas más importantes del motor, ubicada en la parte superior del bloque y encargada de alojar las cámaras de combustión, válvulas, asientos, guías y, en algunos casos, elementos del sistema de inyección. Su función principal es mantener la estanqueidad de los cilindros durante los ciclos del motor, permitiendo el adecuado desarrollo de la compresión y la combustión. La pérdida de hermeticidad genera fallas comunes como recalentamiento, baja compresión, fugas de refrigerante o aceite y pérdida de potencia.

### 3.3.2. Diagnóstico de culatas y pruebas de hermeticidad

La evaluación de la culata requiere procedimientos especializados que permitan identificar fisuras, deformaciones, fugas o desgaste en sus componentes. Autores como Crouse y Anglin (2022) señalan que la verificación de hermeticidad es una técnica indispensable en el mantenimiento automotriz, ya que permite determinar si la culata mantiene el sellado adecuado para soportar la presión del ciclo de combustión.

Los métodos más utilizados incluyen:

Prueba de fugas por presión neumática

Prueba de estanqueidad con agua caliente

Prueba de vacío

Inspección visual y dimensional

El uso de un probador de culata facilita la aplicación de presión controlada para detectar fugas en válvulas, conductos internos o cámaras de combustión, permitiendo un diagnóstico rápido y seguro.

### 3.3.3. Probador de culata de motor de combustión

A continuación, se describirá lo que es una culata de motor de combustión interna, en que consiste un probador de culata de un motor, su uso, los tipos de pruebas que se pueden realizar, criterios a tener en cuenta al momento de realizar la prueba, las condiciones de uso, su operatividad y la seguridad a tener en cuenta.

#### a) Culata de un motor de combustión interna

La culata de un motor de combustión interna constituye un elemento esencial ubicado en la parte superior del bloque motor, cuya función principal es sellar las cámaras de combustión y alojar componentes clave como válvulas y árbol de levas, asegurando el flujo de aire, combustible y gases de escape (López y López, 2020). Existen diversos tipos de culatas, fabricadas generalmente en aleación de aluminio o hierro fundido, cada una con propiedades específicas que influyen en rendimiento, disipación térmica y durabilidad. Su correcto mantenimiento reduce fallas, ya que, según Linkov, et al. 2024), un monitoreo adecuado de su funcionamiento minimiza averías y optimiza el rendimiento vehicular.

El diagnóstico de culatas implica la identificación y evaluación de fallas estructurales y funcionales en este componente esencial de los motores de combustión interna. Su importancia radica en que las fallas en la culata pueden provocar desde disminución del rendimiento hasta daños catastróficos en el motor, afectando la seguridad y la eficiencia operativa; por ejemplo, estudios recientes reportan que la fatiga por cargas cíclicas y la porosidad en el proceso de fundición son causas frecuentes de grietas, especialmente en zonas como los canales de admisión y escape, y la pared divisoria entre ellos (Jing et al., 2022). Entre los tipos de fallas más comunes se encuentran las grietas por fatiga, deformaciones, desgaste

y defectos de fundición, siendo la fatiga inducida por cargas de gas la causa dominante, mientras que la carga térmica actúa como factor secundario (Linkov, et al., 2024).

**Figura 2.** *culata y empaquetadura para realizar detección de fallas*



A. Presencia de emulsión de aceite – refrigerante

- a. **Ubicación:** Alrededor de las cámaras de combustión y pasos de refrigeración.
- b. **Diagnóstico:** se aprecia una emulsión blanquecina y residuos carbonosos, indicativos de una fuga entre los conductos de refrigerante y aceite lubricante.
- c. **Causas probables:**
  - Junta de la culata colapsada o quemada.
  - Deformación en la superficie de apoyo de la culata por sobre temperatura.
  - Fisura interna en la cámara de agua o en un paso de lubricación.

B. Corrosión y deterioro en los conductos de refrigeración

- a. **Ubicación:** Bordes periféricos de los canales de paso de refrigeración.

b. Diagnóstico: Se evidencia oxidación superficial y residuos calcáreos, señal de uso prolongado de agua sin aditivos o refrigerante inadecuado.

c. Causas probables:

- Mantenimiento deficiente del sistema de refrigeración.
- Fugas constantes que permiten ingreso de aire al sistema.

C. Depósitos de carbonilla y residuos de aceite quemado

a. Ubicación: En las válvulas y en el entorno de las cámaras de combustión.

b. Diagnóstico: Indica consumo de aceite por vía de las válvulas o fugas en la junta de culata hacia los cilindros.

c. Causas probables

- Desgaste en guías o retenes de válvulas.
- Paso de aceite al área de la combustión por deterioro del sellado de la culata.

D. Deformación del plano de la culata

a. Evidencia: Marcas irregulares en la junta metálica y pérdidas de compresión visibles en el asiento.

b. Diagnóstico: Se presume alabeo del plano de culata, producto de un episodio de sobrecalentamiento del motor.

c. Verificación recomendada: Medición con regla rectificadora y galgas de espesores, con una tolerancia máxima admisible de 0.05mm.

• Conclusión técnica

El componente presenta fallas típicas de junta de culata comprometida, con contaminación cruzada entre aceite y refrigerante, además de signos de carbonización interna.

Se recomienda efectuar las siguientes acciones correctivas:

1. Ensayo de planitud y estanqueidad de la culata
2. Prueba hidrostática para detección de fisuras internas
3. Sustitución de la junta de culata por una nueva
4. Limpieza y purgado completo de los circuitos de lubricación y refrigeración

Para la detección y comprobación de estas fallas, se emplean métodos como la inspección visual, tomografía computarizada, análisis metalográfico y simulaciones por elementos finitos, permitiendo identificar zonas críticas y cuantificar parámetros como la amplitud de flexión, que puede alcanzar valores máximos de 0,16 mm en áreas específicas (Li et al., 2021). Los procedimientos de diagnóstico deben seguir estándares y normativas técnicas internacionales, asegurando la fiabilidad de los resultados y la integridad del motor a largo plazo. La aplicación de análisis estructurales y optimización ha permitido aumentar el coeficiente de seguridad de las partes vulnerables de 0,88 a 1,04, cumpliendo así con los requisitos de diseño que se encuentran en la actualidad.

#### Probador para culatas de un Motor

Mohammadzadeh, M., Okudan-Kremer, G. E., Olafsson, S., & Kremer, P. A. (2024). Es un sistema de pruebas que se utiliza para el control de calidad en la industria automotriz a fin de diagnosticar la solidez y estanquidad en la estructura de la culata de un motor desconectado mediante el empleo de presión o flujo en los tubos de enfriamiento, sellando las entradas a fin de identificar filtraciones a través de la observación visual, baja de presión, medición de culata, monitoreo de gases.

El instrumento será adecuado si cumple con las condiciones específicas definidas en los parámetros de las normas técnicas del fabricante o normativa aplicable.

Asimismo, el probador de culatas del cilindro es un instrumento especialmente diseñado para testear la calidad del fundido de una cabeza de cilindro bajo presión, verificar la hermeticidad y detectar fugas. Su aplicación es necesaria para garantizar la calidad de las reparaciones, así como el correcto funcionamiento de los motores (Machintecno, 2023).

#### Uso del probador de Culata

- Inspección de calidad en fabricación y reconstrucción: este proceso asegura que las piezas sean resistentes y se detecten fugas antes de realizar el montaje en el motor.
- Diagnóstico en talleres: proceso que permite detectar fuga en la empaquetadura de culata que ocasionen la combinación de gases/anticongelante.
- Investigación y validación: es el proceso en donde se realizan las pruebas térmicas y mecánicas en la fabricación de piezas entre ellas tenemos la prueba de choque térmico, verificación de los diseños de las empaquetaduras y el paso de refrigeración.

#### Tipos de Pruebas que se realizan

- Prueba por inmersión o método húmedo. Esta prueba permite observar si la culata presenta fugas, para lo cual se mantiene la presión en la culata totalmente sellada y luego se introduce en un tanque de agua (en ocasiones caliente).

- Decaimiento de presión. Se realiza para calcular tasa de filtración mediante la presurización y aislamiento de la pieza con la finalidad de observar la pérdida de presión en un tiempo determinado.
- Prueba de flujo o Flow test. Se lleva a cabo para localizar bloqueos o fugas y verificar su es resistente al paso del líquido. Esta prueba permite realizar un control de calidad a las piezas moldeados o mecanizados.
- Detección de gases de combustión. Sirve para el diagnóstico de empaquetaduras o grietas en la culata, se realiza mediante tracers, CO<sub>2</sub>, o reactivo. Se inserta un trazador o se emplea un reactivo que varíe el color o sensores que permiten detectar fuga de gases desde la cámara de combustión al sistema de enfriamiento.
- Ensayos térmicos y de choque térmico. Esta prueba analiza el comportamiento de la empaquetadura y aparición de filtraciones ante cambios de temperatura.

#### Criterios de prueba

Se tienen en cuenta las especificaciones técnicas del fabricante y protocolos de aceptación fundamentados en:

- Presión de prueba y duración: por ejemplo, equipos comerciales frecuentemente usan 0.5–5 bar según tipo de ensayo; muchos bancos de inmersión y equipos industriales operan entre 0.5–4/5 bar para circuitos de refrigeración.
- Tasa máxima de pérdida de presión aceptable (pressure-decay): Los fabricantes de estas culatas explican que es la función del volumen y

sensibilidad requerida de la pieza, además que la sensibilidad va a cambiar según el tiempo que dure el test y tamaño de la cavidad

- Criterios visuales en inmersión: presencia/ausencia de burbujeo en puntos críticos; gravedad/ubicación de burbujas determina rechazo o retrabajo
- Requisitos dimensionales y de flujo: en pruebas de flujo, aceptación si el caudal/resistencia está dentro de tolerancias de diseño o especificación de producto.

#### Condiciones de uso, operativas y seguridad

- Preparación: Las piezas deben estar limpias y libre de residuos; correctamente sellado correcto de la empaquetadura con placas/adaptadores y estas deben ser las adecuadas.
- Presión y temperatura: Se deben respetar los rangos del equipo y la pieza, por ejemplo 0.5–5 bar, para ensayo de refrigeración; en el caso de que se caliente el baño, controlar la temperatura para evitar daños y la expansión térmica.
- Seguridad: Al utilizar detectores químicos se debe contar con válvula de alivio, suspensión de emergencia, protección contra sobrepresión; y se debe contar con la seguridad necesaria al manipular los fluidos y reactivos.
- Calibración y trazabilidad: calibrar manómetros y transductores periódicamente; mantener registros de pruebas (ID de pieza, operador, parámetros y resultados) para control de calidad y trazabilidad.

- Condiciones ambientales: presión atmosférica y temperatura ambiente influyen en sensibilidad de pruebas por decaimiento; si el ensayo implica inmersión en agua caliente, controlar tiempos de estabilización para evitar lecturas falsas por cambios térmicos.

**Figura 3.** Banco de pruebas hidrostática de culata



Nota: La figura muestra un probador de fisuras o rajaduras de la culata.

### **3.3.4. Fabricación de equipos didácticos para la formación técnica**

La creación de herramientas didácticas en el ámbito de la mecánica automotriz responde a la necesidad de mejorar la enseñanza práctica. De acuerdo con Tobón (2021), los recursos construidos en el propio taller fomentan el aprendizaje significativo y permiten al estudiante comprender los fundamentos mecánicos mediante la manipulación directa del equipo.

Los principios que deben considerarse al fabricar un equipo didáctico incluyen:

Diseño ergonómico

Seguridad del operador

Funcionalidad y precisión técnica

Uso de materiales accesibles y resistentes

Adaptación a los objetivos del curso

Desarrollar un dispositivo como un probador de culata dentro de SENATI permite reducir costos, aumentar la disponibilidad de recursos y promover la innovación educativa.

### 3.3.5. Guías de uso didáctico como recurso pedagógico

Una guía de uso didáctico es un material instruccional que orienta al aprendiz en la correcta utilización de un equipo o herramienta. Según Díaz Barriga (2022), estos documentos facilitan el aprendizaje autónomo y estandarizan los procedimientos dentro del taller.

Las guías deben incluir:

Objetivos de aprendizaje

Instrucciones claras de operación del equipo

Medidas de seguridad

Actividades prácticas

Procedimientos paso a paso

Criterios de evaluación

En formación técnica automotriz, las guías garantizan que el uso del probador de culata se realice bajo protocolos establecidos, asegurando un aprendizaje ordenado, seguro y significativo.

### **3.3.6. Enfoque por competencias en la formación técnica**

El modelo educativo de SENATI se sustenta en el enfoque por competencias, que busca integrar conocimientos, habilidades y actitudes para el desempeño técnico profesional. Según Tobón (2021), las competencias se desarrollan mediante actividades prácticas que permiten al estudiante enfrentar situaciones reales de trabajo.

La fabricación y uso del probador de culata contribuye directamente al desarrollo de competencias como:

Diagnóstico de fallas en motores

Interpretación de instrumentos de medición

Ejecución de procedimientos técnicos con seguridad

Solución de problemas en sistemas mecánicos

La guía didáctica complementa este proceso, alineando las prácticas con los resultados de aprendizaje esperados del módulo.

### 3.3.7. Teoría del Aprendizaje Significativo aplicada a la Guía Didáctica del Probador de Culata

La teoría del Aprendizaje Significativo, propuesta por David Ausubel (1968), sostiene que la adquisición de nuevos conocimientos depende fundamentalmente de la estructura cognitiva previa del estudiante, es decir, de lo que ya sabe. Según su perspectiva, el aprendizaje ocurre de manera profunda cuando los nuevos contenidos pueden anclarse en conocimientos existentes, estableciendo conexiones estables y lógicas. Por tanto, el rol del docente y de los materiales educativos es facilitar esa integración.

Autores contemporáneos refuerzan esta vigencia. Moreira (2021) explica que el aprendizaje significativo sigue siendo uno de los marcos más sólidos para la enseñanza técnica, porque permite articular teoría, práctica e interpretación de fenómenos reales. Del mismo modo, López y Pérez (2022) enfatizan que materiales educativos estructurados y visuales aumentan la comprensión profunda en formación profesional.

#### 3.3.7.1. El papel de los materiales educativos en el aprendizaje significativo

Ausubel afirma que los materiales educativos deben estar diseñados para promover la comprensión, no la memorización mecánica. Para ello, deben ser:

1. Potencialmente significativos: Esto implica que el contenido sea comprensible, ordenado y claro. La nueva información debe tener sentido para el estudiante.
2. Relacionables con conocimientos previos: El material educativo debe partir de conceptos, procesos y experiencias que el estudiante ya domina.

3. Organizados de forma lógica, secuencial y progresiva: La presentación de los contenidos debe ir de lo simple a lo complejo, de lo general a lo particular.

4. Acompañados de “organizadores previos”: Estos son esquemas, explicaciones, imágenes o comparaciones que preparan al estudiante antes de ingresar al contenido nuevo (Moreira, 2021; Torres, 2024).

En el ámbito de la formación técnica, Sánchez y Ramírez (2023) señalan que aquellos materiales que integran teoría, práctica y visualización concreta permiten una mayor retención y comprensión, coincidiendo con los principios de Ausubel.

#### 3.3.7.2. Aplicación de la teoría de Ausubel a la formación técnica en motores

En contextos de educación técnica como el módulo *Reparación de Motores*, los estudiantes ya poseen conocimientos previos sobre:

- Partes del motor
- Funcionamiento básico de la culata
- Conceptos de compresión, estanqueidad, torsión y temperatura
- Principios mecánicos generales

Esto constituye el “anclaje cognitivo” ideal para introducir el probador de culata como instrumento de diagnóstico.

La combinación de equipo real + guía didáctica bien estructurada transforma la experiencia en un aprendizaje activo, contextualizado y significativo. Según Torres (2024), los equipos de diagnóstico en mecánica permiten visualizar fallas, relacionar fenómenos teóricos con comportamientos reales del motor y mejorar la transferencia del aprendizaje al campo laboral.

### 3.3.7.3. La guía didáctica como instrumento facilitador del aprendizaje significativo

La guía de uso del probador de culata cumple una función esencial como material educativo estructurado. En términos ausubelianos, esta guía actúa como un andamiaje cognitivo que permite:

1. Presentar organizadores previos: Descripciones de la culata, fallas comunes, importancia de la estanqueidad, esquemas de flujo de aire/agua.
2. Secuenciar adecuadamente los contenidos: De la teoría → al equipo → al procedimiento → a la interpretación de resultados.
3. Relacionar la teoría con la práctica: El estudiante vincula conceptos previos con el uso del equipo y la observación de fenómenos reales (fugas, deformación, caídas de presión).
4. Promover la comprensión del proceso, no solo su ejecución: López y Pérez (2022) sostienen que las guías didácticas fortalecen el aprendizaje significativo porque permiten al estudiante comprender el *por qué* de cada procedimiento y no solo el *cómo*.
5. Facilitar la retención y transferencia al contexto laboral: El aprendizaje significativo permite que el alumno aplique el conocimiento adquirido en entornos reales de mantenimiento automotriz.

### 3.3.7.4. El probador de culata como recurso para el aprendizaje significativo

El probador de culata es un material educativo instrumental que permite observar de manera concreta fenómenos que en condiciones normales no serían visibles, tales como:

- Fugas en conductos internos

- Deformación de la culata
- Fallas en válvulas y asientos
- Deficiencias de estanqueidad

Esto convierte al equipo en un recurso didáctico ideal para la formación mecánica. Según Sánchez y Ramírez (2023), los equipos de diagnóstico en talleres educativos incrementan la pertinencia del aprendizaje, pues conectan al estudiante con tareas reales del sector productivo.

En conjunto, el uso del probador y la guía didáctica genera un contexto de aprendizaje que coincide plenamente con los planteamientos de Ausubel: aprendizaje con sentido, relacionado, aplicado y perdurable.

### **3.3.8. Seguridad industrial en trabajos de diagnóstico automotriz**

Toda práctica de taller debe regirse por normas de seguridad para prevenir accidentes. La OSHA (2021) afirma que los equipos de presión, como los probadores neumáticos, requieren procedimientos de manejo responsable y el uso obligatorio de equipos de protección personal.

Los aspectos clave incluyen:

Uso de guantes, lentes y protección auditiva

Verificación de presión máxima segura

Control de fugas y conexiones

Instrucciones claras de operación

Señalización en el área de trabajo

La guía de uso del probador integra estos criterios como parte fundamental de las buenas prácticas en SENATI.

### **3.3.9. Curso Reparación de motor de combustión interna en Senati independencia**

El plan de estudios de la carrera de mecánica automotriz integra contenidos como fundamentos de funcionamiento de motores, identificación de componentes, técnicas de desmontaje y montaje, medición de parámetros críticos y aplicación de normas de seguridad. Por otro lado, el curso de reparación de motor de combustión interna corresponde al plan de estudios mencionado líneas arriba, orientada a desarrollar competencias técnicas y cognitivas esenciales para la formación profesional. Este curso inicial facilita la comprensión de principios fundamentales.

Asimismo, el curso de reparación de motores que brinda Senati describe como una propuesta formativa orientada a la adquisición de conocimientos y habilidades técnicas para el diagnóstico, mantenimiento y restauración de motores de combustión interna. Entre sus principales propósitos se encuentran la formación de profesionales capaces de identificar y resolver fallas mecánicas, así como la aplicación de procedimientos de reparación conforme a estándares internacionales. Los objetivos del curso incluyen el desarrollo de competencias en la identificación y evaluación de fallas estructurales y funcionales de motores de combustión, interpretación de guías de uso técnicos y uso de herramientas especializadas en el diagnóstico y reparación de motores (Bravo et al., 2022).

En el curso de Reparación de motor de combustión interna, se espera que los estudiantes desarrollen las siguientes competencias: diagnosticar problemas internos en la culata, aplicar técnicas de mantenimiento predictivo y preventivo, y garantizar la calidad de la reparación (SENATI, 2023). El refuerzo de estas competencias se logra de manera más efectiva a través de la experiencia en el uso de herramientas de diagnóstico, que incluye el probador de culatas.

El aprendiz al realizar actividades teórico-práctico estará en la capacidad de comprender el funcionamiento de los sistemas que componen el motor, así como será capaz de identificar las fallas y aplicar procedimientos técnicos de mantenimiento correctivo y preventivo. A través de actividades teórico-prácticas, el estudiante comprenderá el funcionamiento de los sistemas que componen el motor, identificará fallas y aplicará procedimientos técnicos de mantenimiento correctivo y preventivo según especificaciones del fabricante, normas de seguridad industrial y criterios medioambientales.

Por tanto, en el curso de reparación de motor de combustión interna se desarrollará el siguiente contenido:

#### Contenido específico del módulo formativo

- Centro de Formación Profesional: SENATI
- Escuela Profesional: Mecánica Automotriz
- Carrera: Mecánico Automotriz
- Módulo formativo: Diagnóstico y Reparación de Motores Diésel y Gasolina
- Módulo Ocupacional: Mecánico de Reparación de Motores Diésel y a Gasolina
- Objetivo General: Al concluir el desarrollo del módulo el aprendiz estará en condiciones de efectuar el diagnóstico y reparación de motores diésel y gasolina, aplicando las especificaciones técnicas del fabricante y las normas de seguridad en el trabajo, salud ocupacional y el cuidado del medio ambiente.
- Proyectos – Tareas de Aprendizaje: Reparar culata y sus componentes

- Operaciones:
  - Desmontar/desarmar culata
  - Comprobar válvulas, asientos, resortes, guías y pastillas reguladoras
  - Inspección por líquidos penetrantes para descartar fisuras
  - Desmontar / verificar/ montar múltiples de admisión y escape
  - Armar y montar culata
- Conocimientos tecnológicos
  - Culata: tipos, función, materiales de fabricación
  - Múltiple de admisión y escape: tipos, función
  - Turbo: función, tipos, características
  - Válvulas, guías y asientos: función, tipos
  - Empaquetadura de culata: función, tipos
  - Inspección final y montaje de la culata
  - Método para el toque de pernos de culata
  - Leer e interpretar especificaciones técnicas
  - Ensayos no destructivos con líquidos penetrantes: procedimientos
  - Llave de torque: tipos y unidades de medida
  - Equipos ecológicos para limpieza / lavado de motores y componentes
- Conocimientos complementarios
  - Matemáticas aplicadas: Cálculos en motor: aplanado de culata, cálculo de variación de la relación de compresión debido al aplanado de culata, cálculo de fuerza y torsión de pernos
  - Ciencias básicas: Llaves de torque, momento de una fuerza

- Dibujo técnico: Esquematizar la vista isométrica de la culata y componentes
- Seguridad e higiene industrial / ambiente: precauciones en la manipulación de fluidos para limpieza de mecanismo

Finalmente, la evaluación de los aprendizajes se realiza mediante instrumentos que valoran tanto la comprensión conceptual como la aplicación práctica, permitiendo identificar áreas de mejora y consolidar el desarrollo de habilidades técnicas.

### **3.3.10. Guía para el uso didáctico del probador de culatas**

La guía para el uso didáctico del probador de culatas, es un material académico que va servir al aprendiz en su proceso de formación para el uso y manejo del probador de culatas de combustión interna. Su función es de carácter técnico-pedagógico, la primera porque va a capacitar al aprendiz sobre la correcta manipulación del equipo, sobre la interpretación de los resultados y aplicación adecuada de las normas de seguridad, la segunda porque es una herramienta metodológica que va a permitir comprender de manera práctica los fenómenos de compresión, la pérdida de gases, las fisuras o fallas hermeticidad de la culata de del motor de combustión interna.

Por otro lado, en la parte académica, la presente guía servirá como medio de apoyo al docente y al estudiante para alcanzar aprendizajes significativos, que estén alineados con las competencias del perfil profesional del mecánico automotriz.

En este sentido el elaborar y aplicar una guía didáctica de probador de culatas es importante porque fortalecerá el aprendizaje técnico-práctico, asegurando la protección y estandarización en la utilización del equipo previniendo errores comunes o perjuicios en el taller, así como también permitirá comprender el porqué de las pérdidas de compresión, cambios térmicos, etc., desarrollará competencias como exactitud en las mediciones, comprensión técnica de los resultados y la implementación de estándares para el mantenimiento automotriz. Al docente le es útil en la planificación y evaluación del aprendizaje del aprendiz, garantizando una enseñanza estructural, secuencial y eficiente. En el aspecto pedagógico va a contribuir a la innovación, porque va incorporar instrumentos de diagnóstico avanzados en el proceso de formación académica del aprendiz.

En suma, esta guía no solo optimiza la enseñanza, sino que también eleva la calidad del proceso formativo, asegurando que los egresados posean las habilidades requeridas por el sector automotriz moderno.

## **Índice**

1. Materiales y herramientas necesarias
2. Preparación de la culata
3. Valores de presión orientativos y seguridad
4. Procedimiento paso a paso
5. Interpretación de resultados
6. Errores comunes y consejos prácticos
7. Lista rápida de comprobación
8. Conclusión y recomendaciones finales

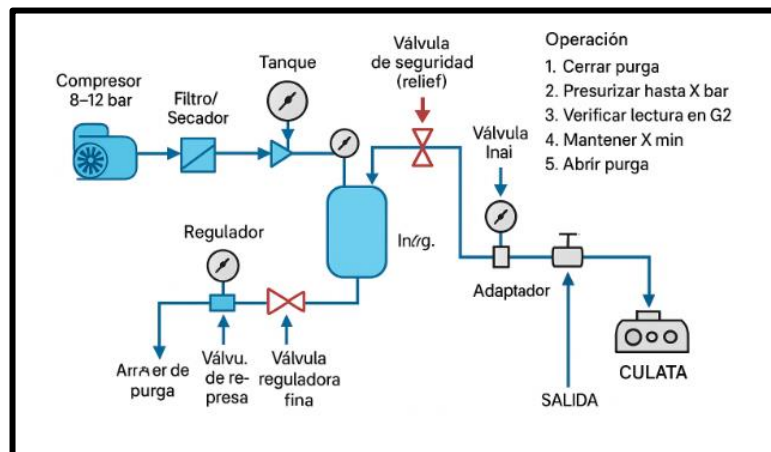
## **Desarrollo del estudio**

En el presente apartado se detallará el diseño del probador de culatas de motor para su aplicación didáctica en el curso de Reparación de Motores, así como también el paso a paso en la construcción de un probador de culata de motor para su aplicación didáctica en el curso Reparación de Motores

**3.3.11.** Diseño del probador de culatas de motor para su aplicación didáctica en el curso Reparación de Motores.

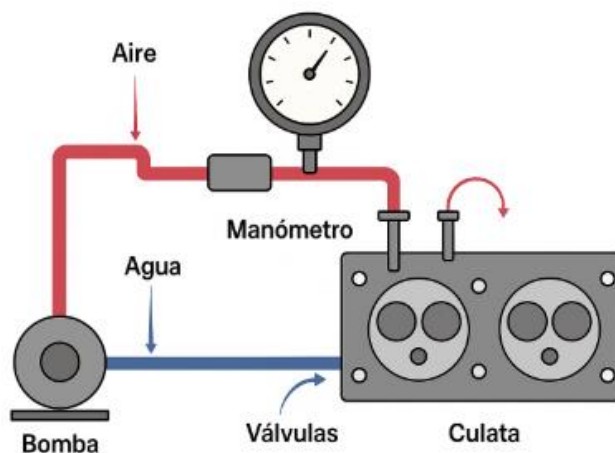
El diseño de un probador de culatas implicó una la elaboración de bosquejos, planos y la selección de componentes fundamentales para asegurar su funcionalidad y durabilidad. Es en este sentido primero se tuvo que realizar los bosquejos que representan la estructura mecánica y los sistemas de soporte, tomando en cuenta las dimensiones estándar de las culatas y las exigencias técnicas del motor, posterior a ello se desarrollaron planos que permitieron visualizar la disposición de los componentes principales, tales como soportes, sistemas de diagnóstico y accesorios, asegurando la accesibilidad y la facilidad de uso para los estudiantes.

Figura 4. *Bosquejo del probador de culata*



Nota: La figura muestra el bosquejo inicial del probador de culata a fabricar.

Figura 5. *Diseño del prototipo del probador de culata a fabricar*



Nota: La figura muestra el prototipo del probador de culata a fabricar.

A continuación, se detalla la lista de materiales utilizados, los mismos que generalmente son acero para garantizar rigidez y resistencia, así como elementos complementarios como tornillos y soportes para la correcta fijación del probador (Quintero, 2023).

Tabla 1. *Presupuesto de la fabricación de un probador de culata*

N.º	Material / Componente	Unidad	Cant.	Precio Unitario (S/.)	Subtotal (S/.)
1	Base metálica estructural (acero pintado, 8 mm)	unidad	1	180.00	180.00
2	Tubo de conexión neumático de alta presión (1/2")	metro	3	15.00	45.00
3	Manómetro de presión digital (0–200 psi)	unidad	1	95.00	95.00
4	Regulador de presión con filtro de partículas	unidad	1	85.00	85.00
5	Válvula de bola industrial (1/2", latón)	unidad	1	25.00	25.00
6	Acoplamientos rápidos industrial (acero)	tipo unidad	2	18.00	36.00
7	Abrazaderas de acero inoxidable	unidad	6	3.50	21.00
8	Sellador de juntas de alta temperatura (rojo, 300°C)	tubo	1	25.00	25.00
9	Juego de empaques técnicos de nitrilo	juego	1	28.00	28.00
10	Tornillería galvanizada con arandelas	juego	1	20.00	20.00
11	Pintura anticorrosiva epóxica (alta resistencia)	lata	1	38.00	38.00
12	Panel base de montaje en acrílico (5 mm)	unidad	1	45.00	45.00
13	Indicador LED de encendido (con transformador)	unidad	1	22.00	22.00
Total, General (Materiales)					S/ 665.00

Asimismo, se procede a detallar las herramientas que se utilizaron en la construcción, desarrollando con precisión el mecanizado y el ensamblaje, pues una desviación mínima puede afectar la evaluación de la planitud y posibles fisuras en la culata. Estudios recientes indican que un diseño optimizado puede aumentar la precisión de medición en un 40%, mejorando la detección temprana de defectos (García et al., 2025).

Herramientas a utilizar en la fabricación de un probador de culata

Herramientas de taller metalmecánico

- Sierra de cinta o sierra manual para metal.
- Soldadora MIG/MAG o TIG (según acabado).
- Taladro de columna.
- Fresadora o torno (para fabricar adaptadores, roscas y espárragos).
- Amoladora angular y cepillo.
- Equipo de medición: vernier, micrómetro, escuadra, calibre de profundidades, plantilla de roscas.
- Prensa de banco (si se requiere conformar piezas).
- Equipo neumático: compresor (si la prueba usa aire).
- Equipo de pintura/decapado.

Herramientas de montaje y acabado

- Llaves fijas y dinamométricas (pares de apriete).
- Extractores, martillos de goma, limas.
- Herramientas de fontanería para montar racores.

El capital humano siempre es necesario en la fabricación o de cualquier producto, en el caso de la fabricación de un probador de culata de motor, intervienen

en las distintas fases del diseño, fundición, mecanizado, rectificado, ensamblaje y control de calidad de las culatas de motor de combustión interna (OIT, 2016).

#### Recursos humanos necesarios

- Diseñador/Ingeniero mecánico (1): responsable de planos, tolerancias y verificación.
- Técnico metalmecánico/fabricante (1–2): manejo de soldadura, corte y montaje.
- Tornero/fresador (1): fabricación de adaptadores, roscas y piezas críticas.
- Técnico en instrumentación (1): montaje y calibración de manómetros, válvulas y circuito neumático/hidráulico.
- Docente/Asesor técnico (1): define criterios didácticos y validación de uso en aula.
- Ayudantes/estudiantes (1–2): para operaciones auxiliares y pruebas (en contexto formativo).

Además del capital humano, la fabricación de culatas requiere recursos materiales, tecnológicos y organizacionales, entre ellos: hornos de fundición y equipos de medición de precisión, software de diagramación, infraestructura de taller con ventilación, seguridad y señalización adecuada, etc.

Finalmente, la integridad estructural y la funcionalidad del prototipo se garantizará cuando se realice las simulaciones previas y pruebas de campo rigurosas, que permitirá asegurar la confiabilidad del dispositivo para uso industrial y artesanal. De esta forma, el contar con un probador de culata no solo va a facilitar la inspección, sino que también va a contribuir a prolongar la vida útil del motor, ya que realizaran intervenciones preventivas oportunas.

Figura 6. *Probador de culatas de motor*



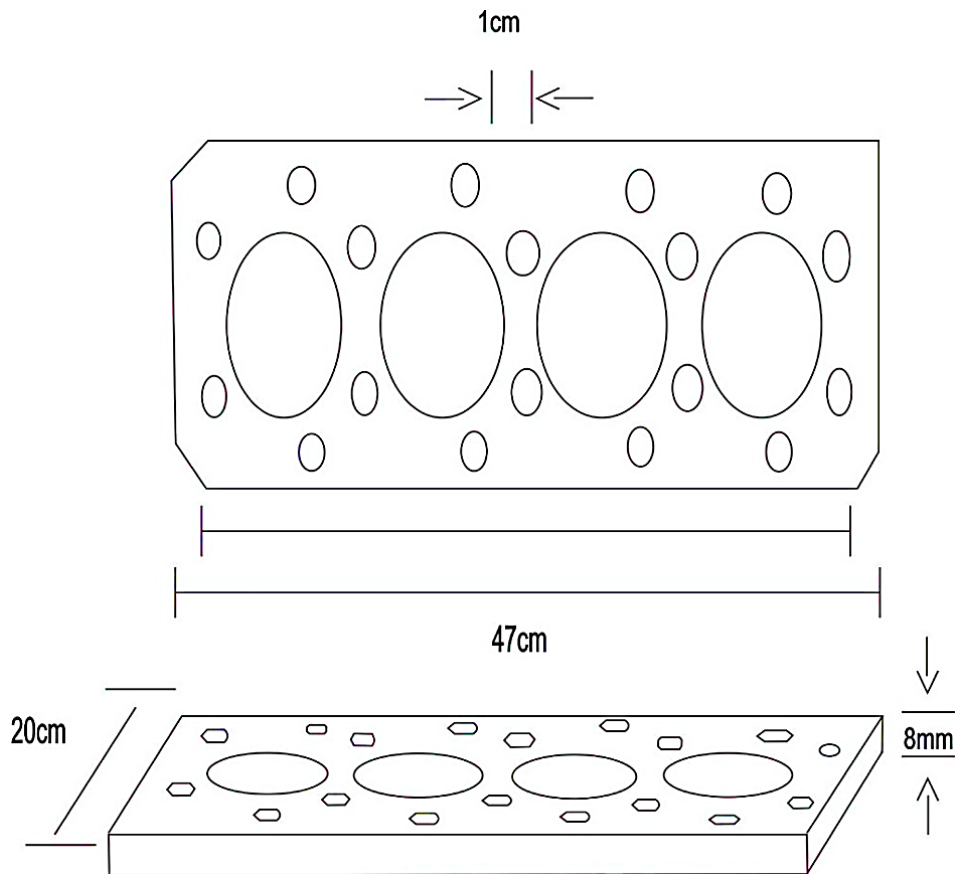
Nota: En la figura se observa a la culata en la mesa de trabajo para realizar la prueba.

A continuación, se muestran los planos elaborados con el software de diseño asistido por computadora, lo que facilitó la simulación estructural y la optimización de materiales.

Para el desarrollo de los planos del probador de culatas de motor se emplearon programas de diseño por computadora, que permitieron visualizar, modelar y validar el diseño antes de su construcción física. El uso de software especializado garantiza la precisión dimensional, la correcta distribución de componentes y la verificación del funcionamiento de los sistemas neumáticos e hidráulicos.

El plano de la figura 7 muestra el diseño de la plancha metálica que servirá para cubrir los conductos de la plancha los tornillos de apriete

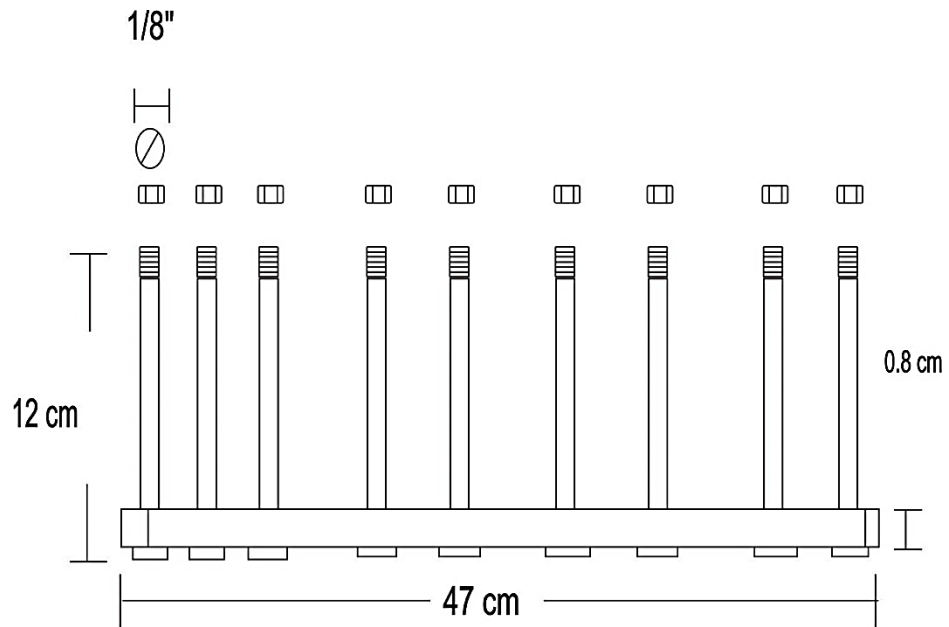
Figura 7 Plano de plancha de probador de culata



Nota: La figura muestra la plancha metálica que servirá para cubrir los conductos de refrigeración de la culata.

El plano de la figura 8 muestra los pernos y tuercas que van a sostener la plancha metálica de cubierta de los conductos de refrigeración de la culata

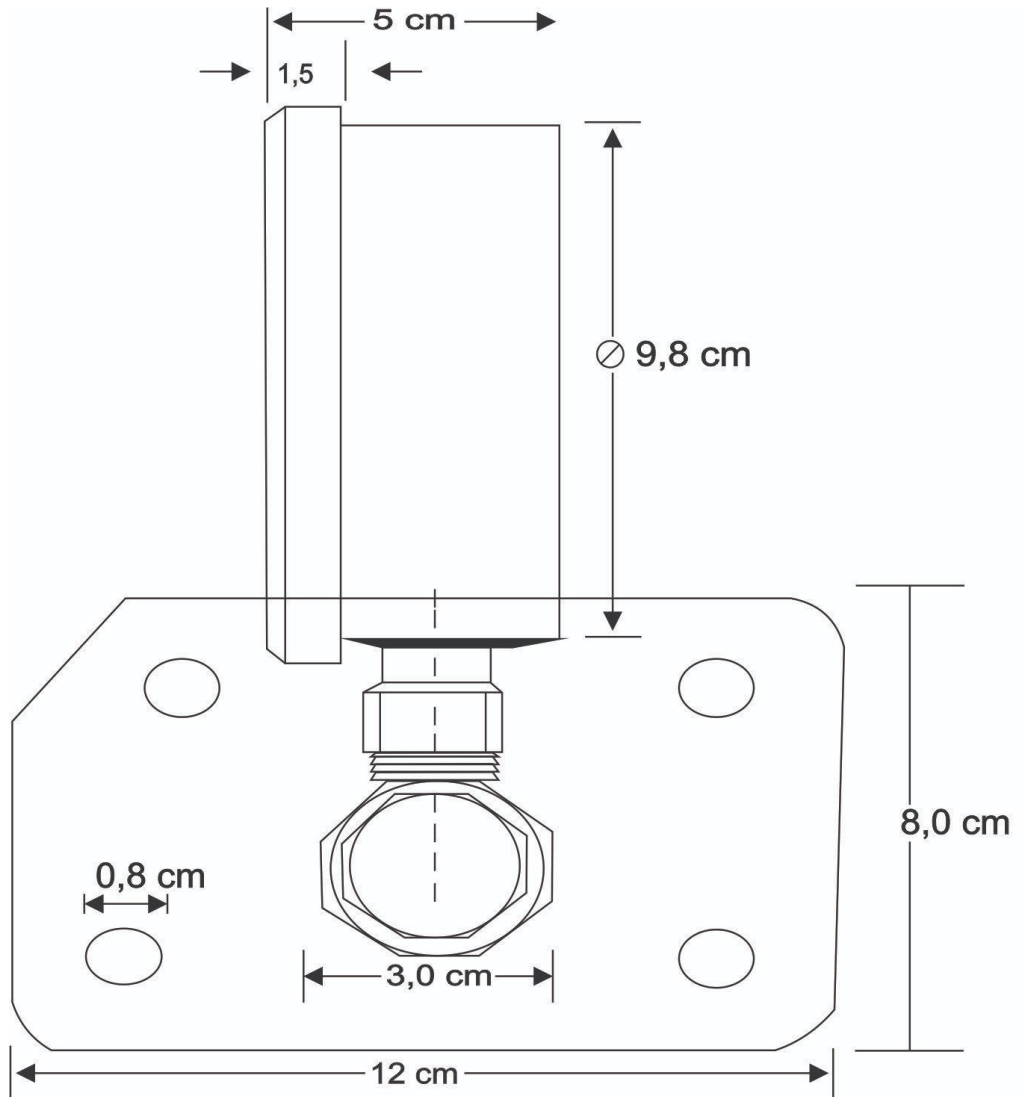
Figura 8. *Vista frontal de la plancha y los tornillos de apriete*



Nota: La figura muestra los pernos y tuercas que sostendrán la plancha metálica que servirá para cubrir los conductos de refrigeración de la culata y conseguir un cierre hermético.

El plano 9 muestra la vista lateral de la conexión de la manguera del líquido de la culata.

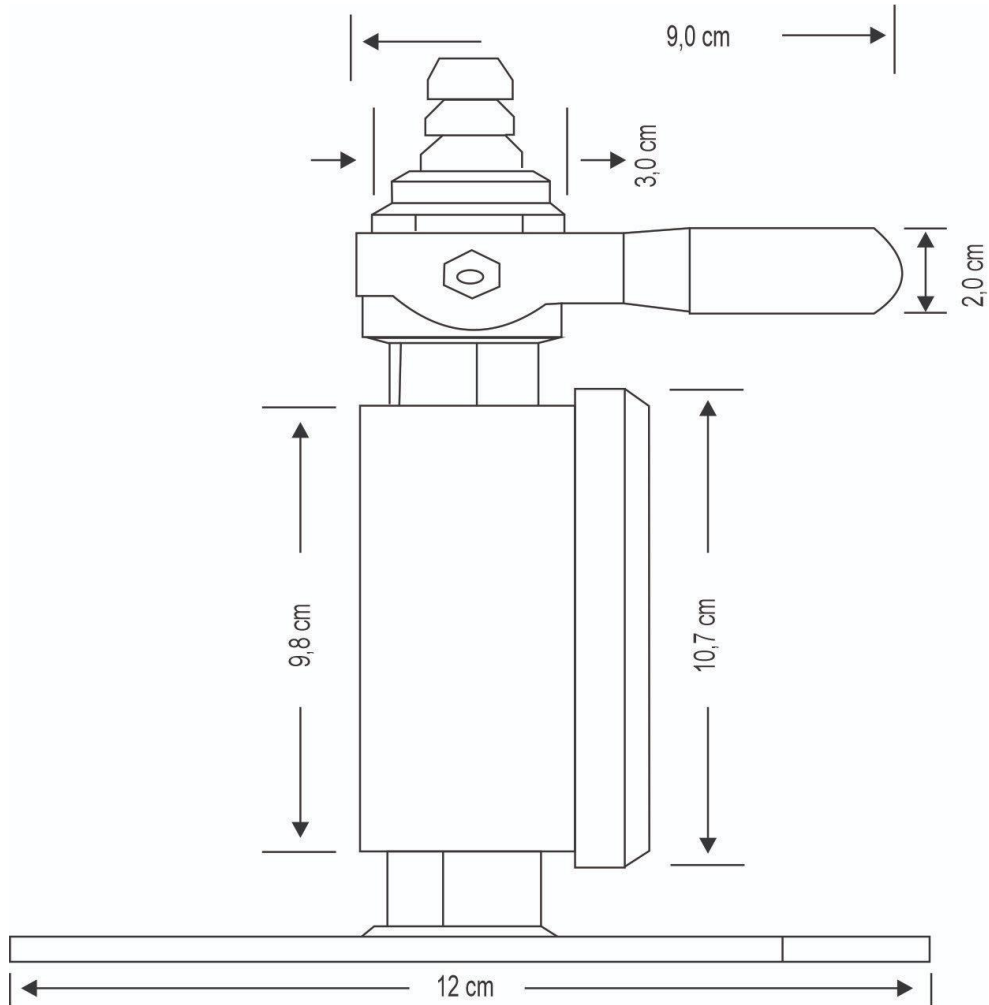
**Figura 9.** Plano vista lateral del probador de culata



Nota: La figura muestra el plano de la vista lateral de la conexión de la manguera del líquido a la culata.

El plano 10 muestra la vista superior de la conexión de la manguera del líquido a la culata.

Figura 10. *Plano vista superior del probador de culata*



Nota: La figura muestra el plano de la vista superior de la conexión de la manguera del líquido a la culata

**3.3.12.** Construcción de un probador de culatas de motor para su aplicación didáctica en el curso Reparación de Motores

En esta sección se describirá paso a paso y de manera detallada la forma en que se realizó la fabricación de un probador de culatas de motor para su aplicación didáctica en el curso de reparación de motores

Primer paso: Corte de ángulos

Se procede al corte de ángulos de  $1 \times \frac{3}{16}$  ' utilizando una següeta se tiene en cuenta las dimensiones del diseño ya estructurado en el anterior capítulo.

Figura 11. Corte de ángulos de  $1 \times \frac{3}{16}$  '.



Nota: La figura muestra el corte de las piezas de la estructura de la culata.

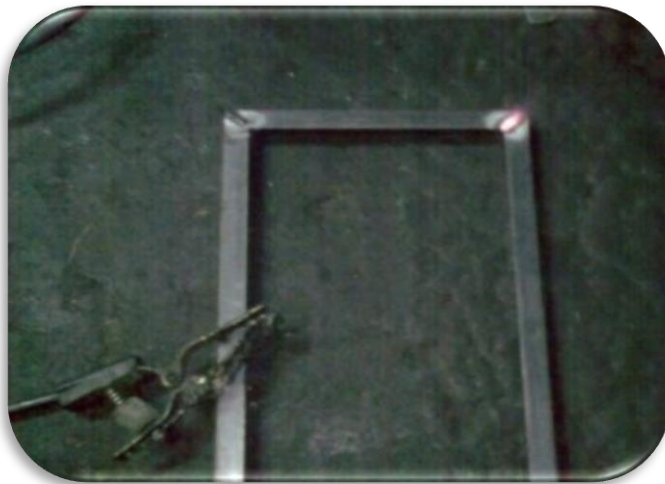
Segundo paso: Unión de ángulos

Empleando el electrodo E 6011, se realiza la unión de los ángulos previamente cortados conforme a las especificaciones del diseño.

**Figura 12.** *Unión de ángulos mediante soldadura*



Nota: La figura muestra la unión de las piezas con soldadura de la estructura de la culata.



**Figura 13.** *Ángulos de soporte de la culata unidos*

Nota: La figura muestra la unión de los ángulos del soporte de la culata para verificar que las uniones estén en buenas condiciones.

Tercer paso: Soporte de la culata

Se emplea una pulidora para desgastar las aristas del soporte de la culata, con el objetivo de mejorar su acabado.

Figura 14. *Desbastando aristas vivas del soporte de la culata*



Nota: La figura muestra el desbastado de las aristas vivas del soporte de culata con una maquina esmeril amoladora.

Cuarto paso: Medición y soldadura de soportes de ajuste de la culata

Considerando la dimensión del perno que fijará la culata al soporte y la bandeja, se determina la medida precisa para su ajuste conforme al diseño; posteriormente, las partes se unen mediante soldadura.

Figura 15 *Medición y Soldadura de Soportes de ajuste de la culata*



Nota: La figura muestra la verificación de las medidas y estado de las uniones con

soldadura de los soportes de ajuste de culata.

#### **Quinto paso: Corte de la tapa superior de la culata**

Con base en las dimensiones de la superficie superior plana y los conductos laterales de agua de la culata, se corta el acrílico empleando un estilete, conformando piezas que ejercerán presión sobre el empaque de fibra celulosa contra la superficie de la culata. El empaque se recorta siguiendo las medidas del original para asegurar una hermeticidad óptima.

**Figura 16.** *Corte en acrílico de la tapa superior de culata*



Nota: La figura muestra el corte en acrílico de la tapa superior de culata para poder observar con mejor claridad la fuga de refrigerante por fisuras.

Figura 17. *Tapa superior de culata terminada*



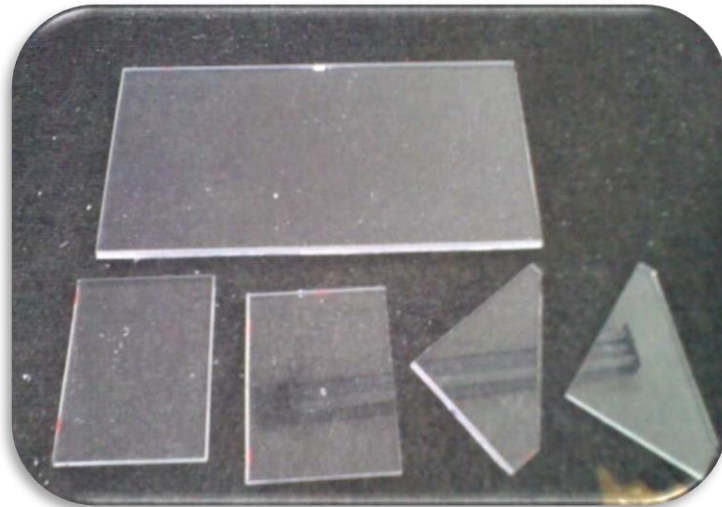
Nota: La figura muestra un ejemplo de la instalación del acrílico en la tapa superior de culata para poder observar con mejor claridad la fuga de refrigerante por fisuras.



Figura 18. *Corte en acrílico de tapas laterales de la culata*

Nota: La figura muestra el corte de la plancha de acrílico con las medidas de la culata a realizar la prueba, so diversos o cortes ya que no solo se corta la tapa superior si no también las tapas laterales de refrigeración.

Figura 19. *Tapas superiores y laterales de culata terminadas*



Nota: La figura muestra los cortes realizados a la plancha de acrílico.

Figura 20. Perforación de tapas laterales



Nota: La figura muestra las perforaciones realizadas al acrílico con un taladro de columna para que puedan ingresar los pernos que lo sostendrán a la culata y conseguir su sello hermético.

Figura 21. *Corte de la fibra celulosa*



Nota: La figura muestra de la fibra celulosa para sellar conductos de refrigeración.

**Figura 22.** *Apriete del acrílico contra la fibra celulosa*



Nota: La figura muestra una parte de la culata donde se instala la plancha acrílica y se colocan los pernos y tuercas para conseguir el sello hermético.

Sexto paso: Cortes de apoyos transversales

Conforme a las dimensiones especificadas en el diseño, se cortan los apoyos transversales y longitudinales. Los apoyos transversales aseguran la estabilidad de la culata, mientras que los longitudinales ejercen presión sobre el acrílico contra la fibra celulosa mediante un perno de sujeción, lo que garantiza la hermeticidad de los conductos de agua del sistema durante la prueba para la detección de fisuras.

Figura 23. *Apoyos transversales y longitudinales de la culata*



Nota: La figura muestra la instalación de los apoyos transversales para el soporte de culata.

Séptimo paso: Ensamblaje del soporte de la culata

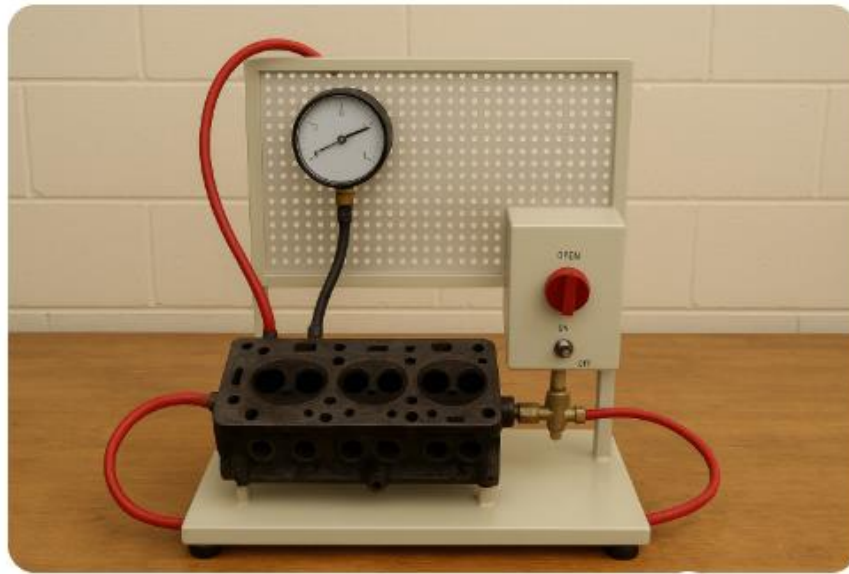
Una vez reunidas todas las piezas que componen el soporte de la culata, se procede a su ensamblaje conforme al diseño, obteniéndose así el soporte de culata totalmente concluido.

Figura 24. *Soporte y tapas de culata terminados*



Nota: La figura muestra la culata con la instalación completa utilizando la plancha acrílica.

Figura 25. *Probador de culata de motor de combustión interna*



Nota: La figura muestra el probador de culata que se fabricó

### 3.4. Guía de uso didáctico en un probador de culata de motor de combustión interna en el módulo de reparación de motores en Senati Independencia.

La elaboración de la guía de uso didáctico del probador de culata de combustión interna, se elaboró un enfoque técnico-pedagógico, con la finalidad de fortalecer las competencias prácticas de los estudiantes en el área de

mantenimiento y reparación de motores de combustión interna. Se procedió primero a realizar la estructura teniendo en cuenta criterios pedagógicos. La información que se presenta en la guía está organizada de tal manera donde primero se consideró realizar una presentación de la guía, determinar cuales el objetivo general y específicos, se describe el perfil del aprendiz, que requisitos previos debe tener el estudiante, los equipos de protección que debe tener en cuenta y luego se procedió a detallar paso a paso como realizar la detección de fisuras con el probador de culata. Para la redacción se utilizó un lenguaje claro y sencillo, añadiendo imágenes en cada uno de los procesos.

Por otro lado, la guía de uso didáctico del probador de culata en el módulo de reparación de motores constituye una herramienta esencial para facilitar la comprensión y aplicación de procedimientos técnicos. En primer lugar, la integración de recurso tecnológicos y estrategias innovadoras en la instrucción incrementa significativamente el interés y la participación estudiantil, como lo demuestra un aumento estadísticamente relevante en la adquisición de competencias cuando se emplean metodologías activas y recursos didácticos tecnológicos (Gutiérrez, et al., 2021).

GUÍA DE USO DIDÁCTICO DE UN  
PROBADOR DE CULATA DE MOTOR DE  
COMBUSTIÓN INTERNA EN EL MODULO  
REPARACIÓN DE MOTORES EN SENATI  
INDEPENDENCIA

Institución : SENATI  
Módulo : Reparación de Motores Diésel y  
Gasolineros  
Carrera : Mecánica Automotriz  
Autor : Estanislao Portocarrero Quintana  
Fecha y versión : setiembre 2025 – versión 01

## Presentación / Justificación

La elaboración de la guía de uso didáctico del probador de culata de combustión tiene como finalidad reforzar conocimientos y habilidades en los estudiantes para el diagnóstico de fallas en el sistema de motor, específicamente en la detección de fisuras en la culata mediante la prueba hidrostática.

Esta guía es un instrumento metodológico que va unificar la parte teórica con lo práctico (aula-taller), lo que va a favorecer al estudiante para la comprensión del diagnóstico y funcionamiento de una culata de motor. Su aplicación en la formación del aprendiz de Senati le desarrollará habilidades en el diagnóstico, reparación y cuidado de los vehículos de acuerdo con las demandas del sector productivo en la actualidad.

Del mismo modo, la presente guía responde a la necesidad de contar con material didáctico actualizado que facilite un aprendizaje significativo a través del desarrollo teórico-práctico del módulo. Se espera que docentes y estudiantes hallen en esta guía una ayuda para potenciar el aprendizaje práctico y hacer uso de las herramientas especializadas con seguridad.

## Objetivo General

Elaborar una guía de uso didáctico para el probador de culata de motor de combustión interna, que oriente a los aprendices del módulo de Reparación de Motores en SENATI en la correcta operación, seguridad, interpretación de resultados y aplicación del equipo durante las prácticas de diagnóstico.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Describir las características técnicas y funcionales del probador de culata, detallando sus componentes, elementos de medición y sistema de operación para facilitar su comprensión por parte de los aprendices.
2. Establecer los procedimientos de uso del probador de culata, presentando instrucciones claras, secuenciadas y didácticas para su correcta manipulación durante las prácticas de diagnóstico.
3. Definir las normas de seguridad y prevención de riesgos que deben cumplirse durante el manejo del probador de culata, considerando el trabajo con presión, herramientas y elementos mecánicos.
4. Diseñar actividades prácticas y ejercicios aplicados que permitan al aprendiz poner en práctica las habilidades de diagnóstico de hermeticidad en culatas de motores de combustión interna.
5. Proporcionar criterios de evaluación técnica que permitan valorar el desempeño del aprendiz en el uso del equipo, la interpretación de resultados y la identificación de fallas.
6. . Estandarizar los procesos de operación del probador de culata, asegurando uniformidad en las prácticas del módulo de Reparación de Motores y contribuyendo a la mejora continua del aprendizaje.

### Requisitos Previos

#### Conocimientos y Competencias Técnicas

El aprendiz antes de hacer uso de la guía de un probador culata de motor de combustión interna debe haber desarrollado las siguientes competencias:

1. Conocimiento del motor de combustión interna, incluyendo:

- Partes y funcionamiento de la culata.
  - Tipos de fallas comunes en la culata (fisuras, deformaciones, desgaste).
2. Lectura e interpretación de planos o diagramas técnicos del sistema de refrigeración y de la culata.
  3. Manejo básico de herramientas de desmontaje, inspección y medición, como:
    - Llaves de torque.
    - Micrómetros, calibradores, reglas metálicas.
    - Tapas ciegas y adaptadores.
  4. Aplicación de normas básicas de seguridad en el taller mecánico.
  5. Comprensión del concepto de estanqueidad y su importancia en los sistemas de combustión y refrigeración.

#### Equipos de Protección Personal (EPP) Requeridos

Para realizar la prueba hidrostática de manera segura, el estudiante debe contar con el siguiente EPP:

- Casco de seguridad (opcional en pruebas de banco).
- Guantes de trabajo (de nitrilo o cuero según la actividad).
- Lentes de seguridad (obligatorio durante la aplicación de presión).
- Botas de seguridad con punta de acero.
- Ropa de trabajo (mameluco o buzo de mecánica).
- Protección auditiva (si se trabaja con compresores ruidosos o en entornos industriales).

## Guía de detección de fisuras en culata con prueba hidrostática

La guía está desarrollada paso a paso para localizar fisuras en una culata (cabeza de motor) utilizando para ello a **prueba hidrostática** (ensayo por presión con líquido). En la guía encontrará material, procedimiento, valores indicativos de presión, cómo localizar la fisura, seguridad y soluciones posibles.

### 1. Materiales y herramientas necesarias

- ✓ Bomba hidrostática eléctrica con manómetro (escala hasta al menos 6 bar / 90 psi) y regulador de presión.
- ✓ Manguera resistente y racores/adaptadores para conectar a los conductos de agua de la culata.
- ✓ Tapones roscados o tornillos con juntas para cerrar conductos de agua (o placas de cierre con junta).
- ✓ Tapones o placas para sellar las cámaras de combustión (plancha metálica con empaquetadura, o adaptadores especiales).
- ✓ Cubeta para sumergir la culata.
- ✓ Agua limpia.
- ✓ Equipo de protección personal: gafas, guantes resistentes, delantal.
- ✓ Paños/absorbentes y cepillo para limpiar.

### 2. Preparación de la culata

#### 1) Desmontar y limpiar

- ✓ Retirar la culata del bloque y limpiar bien en superficie, limpiando aceite, sedimentos y restos de junta.
- ✓ Secar totalmente los conductos y cámaras antes de proceder.

- 2) Cerrar conductos de aceite
  - ✓ Asegura que todos los conductos de aceite están tapados para evitar introducir agua.
- 3) Sellar cámaras de combustión y conductos de refrigerante
  - ✓ Tapa cada cámara de combustión con tapones de prueba o placas con junta.
  - ✓ Tapa los orificios de entrada/salida del circuito de refrigeración con tapones adecuados o conecta un adaptador que permita inyectar agua/ presión.

Figura 26. Foto de plancha metálica. para cubrir conductos de refrigeración.



Nota: En la ilustración se muestra una *plancha metálica usada para cubrir los conductos de refrigeración de la culata y conseguir hermeticidad.*

### 3. Valores de presión orientativos y seguridad

- ✓ Valores típicos (orientativos): para culatas de motores de vehículo ligero suele usarse 0,2–0,4 MPa = 2–4 bar ( $\approx$  30–60 psi).
- ✓ Nunca sobrepases la presión máxima recomendada por el fabricante; presiones excesivas pueden agrandar fisuras o deformar la culata.
- ✓ Si no tienes especificación, preferible empezar en el extremo inferior (2 bar) e incrementar con prudencia hasta 3–4 bar solo si es necesario.
- ✓ Mantener la presión durante la inspección (véase tiempo abajo).

Figura 27. Foto de manómetro de presión de aire



Nota: La figura muestra un manómetro de presión regulador de filtro de aire comprimido lubricador, separador de trampa de agua/aceite, de presión verificando su buen estado de funcionamiento.

### 4. Procedimiento paso a paso

#### 1) Montaje del circuito

- ✓ Conecta la bomba hidrostática a los conductos de refrigerante de la

culata mediante racores o adaptadores.

- ✓ Asegura que las cámaras de combustión y otros orificios estén tapados y firmes.

## 2) Llenado y purgado de aire

- ✓ Llena la culata con agua hasta que no haya burbujas saliendo por el punto de purga.

## 3) Aplicación progresiva de presión

- ✓ Aumenta la presión lentamente hasta el valor objetivo (ej. 2 bar).  
Observa el manómetro.
- ✓ Mantén ese nivel 1–2 minutos y verifica caída de presión.
- ✓ Si no hay fuga visible, se puede elevar a 2.5–3 bar.

## 1. Inspección visual y detección

- ✓ Sumergir la culata en una tina grande con agua y observar por donde salen burbujas.

## 2. Tiempo de observación

- ✓ Mantener la presión durante 5–15 minutos mientras inspeccionas; una caída significativa de presión indica pérdida (fuga). Si el manómetro cae lentamente, buscar la fuga.

## 3. Registro y marcado

- ✓ Marca la zona donde veas burbujas.

## 4. Despresurización y limpieza

- ✓ Al terminar, libera la presión por el regulador de la válvula lentamente.

Figura 28. Foto de manómetro de presión.



Nota: Revisando la operatividad y el buen estado del manómetro de presión de aire, verificando que sus conexiones estén en buen estado y no presente fugas.

##### 5. Interpretación de resultados

- ✓ Burbujas visibles en una zona concreta: hay comunicación entre el circuito presurizado y el exterior por una fisura.
- ✓ Caída de presión en el manómetro sin burbujas externas: puede deberse a fuga en sellos tapones, pérdida por unión de tapón, o micro fugas.
- ✓ Fuga entre cámara de combustión y circuito de refrigerante: típicamente se evidencia por burbujeo directo desde la cara de la culata. Esto indica fisura o falla de la junta de culata.

✓ Fisura estructural grande: suele requerir reemplazo de la culata.

#### 6. Errores comunes y consejos prácticos

✓ Aplicar una presión más allá de lo prudente: puede agrandar la fisura.

✓ No usar sellos adecuados en los tapones: las fugas en los tapones dan falsos positivos.

✓ Probar la culata aún sucia: residuos pueden ocultar fisuras finas.

Figura 29. Foto instalación de manguera de presión de aire.



Nota: Foto instalación de manguera de presión de aire.

#### 7. Lista rápida de comprobación

(checklist)

✓ Culata limpia y seca

✓ Conductos de aceite cerrados

✓ Cámaras de combustión y conductos de refrigeración sellados correctamente

✓ Sistema purgado de aire antes de presurizar

- ✓ Manómetro y bomba calibrados y adecuados
- ✓ Presión inicial  $\leq 2$  bar; aumentar con prudencia según necesidad

**Figura 30.** Foto de la preparación de culata para detectar fisuras y rajaduras.



Nota: La figura muestra la prueba para detectar fisuras en culata

#### 8. Resultado y recomendaciones.

La prueba hidrostática es una técnica eficaz y segura para localizar fisuras que comunican con el circuito de refrigeración si se realiza correctamente: purgar aire, usar presiones prudentes.

Mediante la prueba hidrostática logramos tener el diagnóstico más completo. y con precisión en la culata. Solo hay que seguir los pasos mencionados para realizar dichas pruebas.

Figura 31. Foto de instalación de la plancha metálica.



Nota: La figura muestra instalación de la plancha metálica para cubrir orificios de refrigeración de culata con los pernos y tuercas respectivas para ajustar la plancha metálica.

## CONCLUSIONES

Con la elaboración del presente trabajo se pudo lograr de manera satisfactoria el cumplimiento del objetivo general que se planteó, es en ese sentido que la fabricación de un probador de culata permitió integrar principios de mecánica automotriz, diseño técnico, selección de materiales, procesos de manufactura y criterios de seguridad industrial, logrando obtener un equipo funcional que facilite la evaluación de la hermeticidad y diagnóstico de fallas en las culatas, quedando en evidencia la importancia de la implementación de recursos didácticos propios que se adapten a las necesidades reales de los estudiantes en el aprendizaje práctico

Con respecto al diseño del probador de culatas de motor para su aplicación didáctica plantea una propuesta técnica conveniente en la formación de los estudiantes. Se definieron las dimensiones, componentes, materiales y sistema de medición más apropiados, dando como resultado un diseño estructural, robusto, ergonómico y seguro. En esta etapa se aseguró que el equipo se ajuste a las necesidades del proceso enseñanza-aprendizaje, permitiendo garantizar una base sólida para la etapa de la fabricación.

Para el éxito en la construcción del probador de culata, se tomó en cuenta los planos y las especificaciones del diseño inicial. Asimismo, las operaciones realizadas en la transformación de las materias primas permitieron validar la funcionalidad del equipo, logrando obtener un dispositivo confiable para la realización de pruebas de hermeticidad en culatas de motor. El equipo final evidencia resistencia mecánica, estabilidad y precisión en la medición, demostrando que es adecuado para su uso continuo en talleres de formación técnica y que

representa un aporte tangible para la mejora de la práctica educativa en SENATI.

Finalmente, la guía de uso didáctico que se elaboró es un documento pedagógico estructurado que facilitará la comprensión, operación y mantenimiento de un probador de culta. El material incluye instrucciones paso a paso, normas de seguridad, ilustraciones y actividades prácticas que permiten fortalecer el aprendizaje autónomo y el desarrollo de habilidades en el diagnóstico de motores. Esta guía estandariza los procedimientos y garantiza que los estudiantes utilicen el equipo de manera eficiente, segura y orientada al logro de competencias.

## RECOMENDACIONES

A partir de las conclusiones obtenidas en las etapas de diseño, construcción y aplicación didáctica del probador de culata, se plantean las siguientes recomendaciones orientadas a optimizar su funcionamiento técnico, su valor pedagógico y su sostenibilidad en el tiempo.

### 1. En relación con el diseño del probador de culata

Se recomienda continuar mejorando el diseño mediante la incorporación de sensores digitales de presión y temperatura que permitan obtener mediciones más precisas y facilitar el registro de datos durante las pruebas hidrostáticas. Asimismo, es aconsejable implementar válvulas de seguridad complementarias para prevenir accidentes por sobrepresión.

### 2. En relación con la construcción del dispositivo

Durante los procesos de fabricación, se recomienda aplicar protocolos de control de calidad que verifiquen soldaduras, alineaciones, uniones y estanqueidad. El uso de recubrimientos galvanizados o pinturas industriales ayudará a reforzar la protección anticorrosiva de las superficies metálicas.

Del mismo modo, se recomienda documentar cada etapa constructiva con fotografías, planos y fichas técnicas que sirvan como evidencia y guía para futuras reproducciones del proyecto. Finalmente, se sugiere realizar calibraciones periódicas a los instrumentos de medición para mantener la precisión del sistema.

### 3. En relación con la elaboración y actualización de la guía didáctica

Se recomienda actualizar la guía de uso didáctico de manera periódica, considerando las innovaciones tecnológicas y los nuevos estándares de seguridad industrial. Además, se sugiere incluir actividades prácticas evaluables, estudios de caso y recursos multimedia (videos o códigos QR) que refuercen el aprendizaje autónomo del estudiante.

Es importante ampliar el contenido visual mediante esquemas y diagramas del probador de culata para mejorar la comprensión de los procedimientos. Se recomienda también someter la guía a revisión por parte de docentes de distintas especialidades, con el fin de fortalecer su aplicabilidad interdisciplinaria.

### 4. En relación con la participación de los actores educativos

Se recomienda promover proyectos colaborativos en los que los estudiantes participen activamente en el mantenimiento, mejora o rediseño del probador, fortaleciendo el aprendizaje basado en proyectos. Asimismo, deben realizarse reuniones periódicas de retroalimentación entre instructores y alumnos para evaluar el desempeño del dispositivo y la efectividad de la guía didáctica.

Es fundamental incentivar el trabajo en equipo, la comunicación técnica y la reflexión conjunta sobre los resultados obtenidos, de modo que el aprendizaje práctico se consolide a través de la experiencia directa.

### 5. En relación con las potencialidades y posibilidades de uso del probador de culata

Se recomienda utilizar el probador no solo con fines formativos, sino también en proyectos de investigación aplicada sobre diagnóstico y mantenimiento

de motores de combustión interna. Además, puede ser empleado como herramienta de evaluación de competencias profesionales en programas de certificación técnica.

Asimismo, se sugiere implementar un plan de mantenimiento preventivo para asegurar la operatividad continua del equipo y prolongar su vida útil.

6. En relación con las potencialidades y posibilidades de uso de la guía didáctica

Finalmente, se recomienda difundir la guía de uso a través de plataformas digitales, asegurando su accesibilidad y actualización constante.

La guía puede emplearse como modelo metodológico en otros módulos técnicos del área automotriz, promoviendo la estandarización de prácticas y la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje.

Del mismo modo, debe evaluarse su impacto mediante encuestas o entrevistas a los actores educativos, garantizando la mejora continua del material pedagógico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Educational Research Association (AERA). (2022). *Ethical Standards of the American Educational Research Association*. Washington, D.C.
- Andina. (2022, 9 de octubre). *MINEDU: modificación del currículo escolar expresará la realidad del Perú*. Agencia Andina. Recuperado de <https://andina.pe/agencia/noticia-minedu-modificacion-del-curriculo-escolar-expresara-realidad-del-peru-900553.aspx>
- ATEQ. (2021). *Internal Combustion Engine Leak Testing Guide*. ATEQ Leak Testing Technical Document. Recuperado de <https://www.ateq-leaktesting.com/wp-content/uploads/2021/03/engine-leak-testing.pdf>. Ateq Leak Testing
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston.
- Ballesta, J., Medrano, I., Pérez, I., & Blanco, M. (2024). Propuesta neuroeducativa para un aprendizaje tecno-activo de la enseñanza de las ciencias: un cambio universitario necesario. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*. <https://doi.org/10.6018/reifop.614881>.
- Bermúdez, F., & Ríos, P. (2021). Desarrollo de competencias técnicas en talleres automotrices mediante el uso de equipos especializados. *Formación Profesional y Tecnología*, 7(3), 51–64.
- Castillo, S., & Medina, L. (2021). Diseño de guías didácticas para talleres técnicos: Principios y aplicación. *Revista de Innovación Didáctica*, 6(2), 72–88.

- Cincinnati Test Systems. (s.f.). *Cylinder Head Leak Test System* (ficha técnica / web). Recuperado de <https://www.cincinnati-test.com/cylinder-head-leak-test>. Cincinnati Test
- Cumbe, A. G. & Damian, D.** (2023). *Restauración mecánica de la maqueta didáctica con motor* [Tesis técnica]. Repositorio universitario.
- Díaz, Ó., Muñoz, L., & Pastor, M. (2023). Metodologías activas en la Educación Física. Una mirada desde la realidad práctica (Active methodology in Physical Education. A look from practical reality). *Retos*. <https://doi.org/10.47197/retos.v48.96661>.
- Ehplus. (2024). *Grandes desafíos y la recuperación de la industria automotriz*. <https://ehplus.do/2025-grandes-desafios-y-la-recuperacion-de-la-industria-automotriz/>
- Euler, D. (2023). *Roadmap to High-Quality Dual Vocational Education and Training*. Bertelsmann Stiftung.
- Festo Didactic. (2023). *FluidSIM 5.8: Simulation software for pneumatics and hydraulics*. Festo Didactic SE. <https://www.festo-didactic.com>
- Flick (2022) sostiene que la descripción detallada de la experiencia posibilita identificar patrones de aprendizaje y mejora en la práctica docente.
- Flores, J., Gutiérrez, M., & Alarcón, P. (2022). *Metodologías activas en la formación técnica automotriz: un enfoque por competencias*. *Revista de Educación Tecnológica*, 18(2), 45–56.
- García, F., & Soto, M. (2023). Innovación educativa en la formación automotriz. *Revista de Educación Técnica*, 12(1), 45-59.

- García, M., López, F., & Hernández, R. (2025). Innovaciones en la fabricación de herramientas para diagnóstico de culatas. *Ingeniería Mecánica Avanzada*, 12(3), 45–58.
- Gaspar, M., & Huamán, J. (2022). Estrategias didácticas para el aprendizaje de procesos mecánicos en la educación técnica superior. *Educare: Revista de Educación y Tecnología*, 30(1), 98–113.
- Gestión. (2023, 20 de abril). *Institutos no pueden crear nuevas carreras técnicas por demora del Ministerio de Educación*. Diario Gestión. Recuperado de <https://gestion.pe/economia/management-empleo/institutos-no-pueden-crear-nuevas-carreras-tecnicas-por-demora-del-ministerio-de-educacion-minedu-fedu-curricula-profesional-profesionales-peruanos-estudiantes-de-educacion-superior-educacion-superior-noticia>
- Gómez, L., & Herrera, J. (2023). Estrategias pedagógicas en la formación técnica automotriz. *Revista Iberoamericana de Educación Técnica*, 9(1), 22-35.
- Gonzales, H., & Tello, R. (2022). Materiales educativos en la educación tecnológica: Criterios para su elaboración y evaluación. *Educación, Ciencia y Trabajo*, 14(1), 55–69.
- Gutiérrez Pallares, E., Mendoza González, L. A., Álvarez Botello, J., & González Roldán, K. (2021). Componentes para el aprendizaje con base en materiales de plataformas educativas. *Revista Relep - Educación y Pedagogía en Latinoamérica*.
- GTZ. (1996). *Matemática aplicada II: Cálculo técnico y resolución de problemas en mecánica automotriz*. Proyecto Educación Técnica. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit.

- Gyarmati, J., Jusztin, K. Z., & Vég, R. L. (2020). Changes in the Education of Vehicle Diagnostics at the NUPS MSOT Department of Military Technology. *Hadmérnök*, 15(2), 5–18. <https://doi.org/10.32567/hm.2020.2.1>
- Hernández-Sampieri y Mendoza (2023) afirman que el enfoque cualitativo permite interpretar fenómenos educativos en su contexto natural, privilegiando la comprensión sobre la medición.
- Jing, G., Lyu, Z., Liu, Y., Xiao, S., Zhou, H., & Li, S. (2022). Reliability study for diesel engine cylinder head through fatigue failure analysis and structural optimization. *Engineering Failure Analysis*. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2022.106768>.
- Lai, W. (2022). *Study on the Connotation and Superiority of Dual Education Mode of Vocational Education*. *Education Journal*, 11(2), 53–60.
- Li, Y., Liu, J., Zhong, G., Huang, W., & Run, Z. (2021). Analysis of a diesel engine cylinder head failure caused by casting porosity defects. *Engineering Failure Analysis*, 127, 105498. <https://doi.org/10.1016/J.ENGFAILANAL.2021.105498>.
- Linkov, O., Pylyov, V., Marchenko, A., Kravchenko, S., Malishev, G., & Klymenko, O. (2024). analysis of the causes of cylinder head failure of internal combustion engines. *Internal Combustion Engines*. <https://doi.org/10.20998/0419-8719.2024.1.03>.
- López, G., & López, E. (2020). Materiales de aleación aluminio-silicio aplicados en la fabricación de partes de motores de combustión interna alternativos Parte II. , 3, 6-16. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i2.1203>.

- López, J., & Pérez, A. (2022). Materiales educativos visuales y aprendizaje significativo en la educación técnica. *Revista de Innovación Pedagógica*, 15(2), 45–58.
- López, R. (2023). Efectividad de las guías didácticas en talleres mecánicos. *Ingeniería Aplicada*, 18(2), 75-84.
- Lu, M. (2024). *Analysis of Sealing of Engine Cylinder Head Gasket Based on Computer Simulation*. En *Advances in Mechanical Engineering* (capítulo). Springer. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-97-7887-4\\_111](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-97-7887-4_111).
- Maquera Rivera, E. (2024). *Remódulos didácticos de diagnóstico automotriz y logro de aprendizaje en estudiantes de Mecatrónica Automotriz del Instituto Tecnológico Ilave, Puno 2023* [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle.
- Martínez, A. (2023). Equipos didácticos en la formación automotriz: Evaluación de impacto en el aprendizaje práctico. *Ingeniería y Educación*, 11(2), 37–49.
- Martínez, L., & Ramos, E. (2023). *Didáctica aplicada a la mecánica automotriz: estrategias para la enseñanza práctica en motores de combustión interna*. Editorial Tecnológica Andina.
- Martínez, R., López, C., & Pérez, M. (2024). Innovación en guías didácticas para el diagnóstico automotriz. *Tecnología y Educación*, 11(2), 134-143.
- Martínez, V., Pérez, J. & Díaz, A. (2024). Impacto del uso de probadores de culata en el diagnóstico de motores. *Tecnología Automotriz*, 7(3), 123-136.
- Minchev, R., Lyubomirov, S., & Popov, R. (2020). Training in the field of influence of the defects of the systems for neutralization of harmful emissions on the

vehicle's operation. ICERI2020 Proceedings, 8912–8916.  
<https://doi.org/10.21125/iceri.2020.1972>

MINEDU (2025). *Educación técnica con futuro: más de 48 000 vacantes gratuitas en carreras con alta empleabilidad*. [Gob.pe](http://Gob.pe)

MINEDU (2025). *Programa de estudio de Mecánica Automotriz*. [Gob.pe](http://Gob.pe)

Ministerio de Educación del Perú. (2025). *MINEDU impulsa carreras técnicas en secundaria*. Lima: MINEDU. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/minedu/noticias/603308-minedu-impulsa-carreras-tecnicas-en-secundaria>

Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (2024). *Informe de sector automotriz y empleo técnico en Perú*.

Mohammadzadeh, M., Okudan-Kremer, G. E., Olafsson, S., & Kremer, P. A. (2024). *AI-Driven Crack Detection for Remanufacturing Cylinder Heads Using Deep Learning and Engineering-Informed Data Augmentation*. *Automation*, 5(4), 578-596. <https://doi.org/10.3390/automation5040033>

Montero Quispe, E. R. (2021). *Sistematización de experiencia pedagógica como Especialista de apoyo de Educación Inicial*. Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública Monterrico.

Moreira, M. A. (2021). *Aprendizaje significativo en contextos STEM y técnicos*. Editorial Académica Iberoamericana.

Munir, H. (2023). *Analysis Damage Cylinder Head Engine on QSK 50 MCRS*. SciTePress / Proceedings. (documento que incluye descripción de pruebas de fuga y finalidad de pruebas de culata). ScitePress

- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2016). *Gestión del recurso humano en los procesos industriales*. Ginebra: OIT.
- Pasco Vidal, J. L., Ponciano, C., & Pablo, J. (2022). *Simuladores virtuales y su incidencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje en alumnos de un IST público Provincia Huaraz-2022* [Tesis de maestría]. Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”. Repositorio CONCYTEC.
- Pastuña Pastuña, E. D. (2024). *Diseño y construcción de un prototipo para diagnóstico automotriz* [Tesis doctoral, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional.
- Pérez, D. (2023). La guía didáctica como recurso de apoyo en el aprendizaje procedimental. *Didáctica y Tecnología*, 9(2), 14–26.
- Pulgarín, V. A. & Mora, A.S.** (2024). *Implementación de un banco didáctico con panel de diagnóstico para un motor Toyota 3K* [Proyecto de titulación, Universidad Politécnica Salesiana]. DSpace UPS.
- Quintero, D. L. C. (2023). *Diseño e implementación de equipo para prueba y diagnóstico* [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Occidente].
- Reddy, B., & colaboradores. (2023). *Development of Measurement Capability in Cylinder Head Combustion Chamber Volume*. SAE Technical Paper 2023-01-0070. <https://doi.org/10.4271/2023-01-0070>
- Rincón Vargas, D. L. (2023). *Sistematización de experiencias de los egresados de la Educación Media Técnica en tres colegios distritales de Bogotá*. Universidad Externado de Colombia.

- Rivas Arenas, M. E. (2024). *La sistematización de experiencias en educación inclusiva en Colombia: una alternativa de investigación*. *Revista Perspectivas Educativas*.
- Rodríguez, C. (2024). *Innovación pedagógica en la enseñanza de mantenimiento automotriz mediante simuladores y equipos didácticos*. *Revista Iberoamericana de Educación Técnica*, 27(1), 80–94.
- Sánchez, R., & Ramírez, L. (2023). Impacto de los recursos de diagnóstico en talleres mecánicos sobre la formación profesional. *Educación Técnica y Productiva*, 9(1), 23–37.
- SENATI Independencia (2025). *Reportes internos del módulo Reparación de Motores*.
- SENATI. (2024). *Programa de estudios de Mecánica Automotriz*. Lima: SENATI. Recuperado de <https://www.gob.pe/56244-programa-de-estudio-de-mecanica-automotriz>
- Simbaña, H., Haro, O., Burbano, E., & García Romero, C. (2024). *Sistematización de experiencias de la intervención pedagógica rural, resultado de la curricularización de la extensión universitaria*. *Journal of Science and Research*, 9(INNOVA 2023), 105–116.
- SINEACE (2023). *Validación de la Norma de Competencias del Técnico en Mecánica Automotriz*.
- SINEACE. (2023). *Validación de normas de competencia del técnico en Mecánica Automotriz*. Lima: Sistema Nacional de Evaluación, Acreditación
- Soto Delgado, N. P. (2024). *Implementación del Manual de Mantenimiento Preventivo en Taller Automotriz Valdivieso* [Tesis de pregrado]. Repositorio

institucional de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle.

SuperFlow. (2023). Flowbenches - Bancos de prueba de flujo. Recuperado de <https://superflow.com/products/flowbenches/>

TallerGP. (2025). *Estas son las 8 prioridades en los talleres para 2025*. <https://tallergp.com/prioridades-talleres-2025/>

The Ultimate Tooling. (2024). *Guide to the Best Cylinder Head Pressure Tester Machine*. Recuperado de <https://theultimatetooling.com/en/best-cylinder-head-pressure-tester/>.

THL Machine. (s.f.). *Cylinder Head Pressure Tester TPT1600/1600L* (ficha técnica). Recuperado de [https://www.thlmachine.com/product/proview\\_62.html](https://www.thlmachine.com/product/proview_62.html). THL Machine

Torres, L. (2024). Integración de teoría y práctica en la enseñanza de la mecánica automotriz. *Revista Latinoamericana de Educación Tecnológica*, 12(1), 11–29.

Vargas-Hernández, E. (2022). *Sistematización de experiencias en el curso de Técnicas e Instrumentos para la Orientación Vocacional de la Carrera de Orientación de la UNA*. *Revista Costarricense de Orientación*, 1(1), 1–16.

Wang, Y. J. (2021). *Cylinder Head Gasket Leakage Trouble Shooting Analysis*. SAE Technical Paper 2021-01-1234. <https://www.sae.org/papers/cylinder-head-gasket-leakage-trouble-shooting-analysis-2021-01-1234>.

Zhao, Z., Liu, Y., & Chen, F. (2024). *Theoretical and practical exploration of work-based learning curriculum with a case study*. *Journal of Vocational and Technical Education*, 42(3), 211

