

*“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”*

UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA

Facultad de Ciencias e Ingeniería

## **Fundamentos de Diseño**



### **INFORME TÉCNICO**

#### **GRUPO 7**

#### **Jefes de práctica:**

UMBERT LEWIS DE LA CRUZ RODRIGUEZ  
RENZO JOSE CHAN RIOS  
VICTOR ALBERTO HUANAMBAL SOVERO

#### **Integrantes:**

Nathalia Silvana Robledo Cerna  
Frank Jauregui Bendezu  
Jonathan  
Antony

**LIMA-PERÚ**

# 1. Lista de Exigencias

Tabla 1: Lista de Exigencias

LISTA DE EXIGENCIAS			Páginas: 5
			Edición: Rev. 2
PROYECTO:	Diseño de sensor portátil para medición de emisiones vehiculares en tiempo real	Fecha: 14/05/2025	
		Revisado:	
CLIENTE:	UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA	Elaborado:  Nathalia Silvana Robledo Cerna Frank Jauregui Bendezu Jonathan Antony	
Fecha (cambios)	Deseo o Exigencia	Descripción	Responsable
15/05/25	E	<b>Función Principal:</b> Medir en tiempo real las concentraciones de contaminantes generados por motores de combustión interna (CO, CO <sub>2</sub> , NOx, HC) directamente desde el tubo de escape.	Nathalia Silvana Robledo Cerna
15/05/25	E	<b>Geometría:</b> El sensor estará contenido dentro de una caja compacta que alberga tanto el módulo de detección de CO <sub>2</sub> como los componentes electrónicos auxiliares necesarios para su funcionamiento. Esta caja estará conectada al tubo de escape del vehículo mediante un tubo de enlace, permitiendo una conexión indirecta pero efectiva para la medición de las LMP de CO <sub>2</sub> . La caja contará con un diseño robusto y portátil, cuyas dimensiones aproximadas serán de 12 cm de ancho, 8 cm de alto y 15 cm de largo, incluyendo su carcasa protectora. Estas dimensiones permiten alojar de manera eficiente el sensor, una pequeña batería recargable, circuitos de procesamiento y módulos de comunicación.  El tubo de conexión tendrá una longitud aproximada de entre 20 cm y 30 cm, suficiente para conectar de forma segura la caja al tubo de escape del vehículo sin comprometer la estabilidad ni la calidad de la medición. Su diámetro interno será de 3.8 cm a 5 cm, adaptándose a diámetros estándar de escapes automotrices. El extremo que se conecta al escape estará diseñado con un acabado cilíndrico liso para permitir un encaje simple y seguro, sin necesidad de roscas, conos ni modificaciones estructurales en el vehículo.	Frank Jauregui Bendezu

15/05/25	E	<p><b>Energía:</b> Los componentes que requieren energía en el proyecto son el sensor multigás (CO, CO<sub>2</sub>, NOx, HC), el Arduino Mega y un sistema de limpieza automática que incluye un calefactor (hasta 800 °C) y una válvula para purga de aire. En funcionamiento normal, el consumo estimado es de 4 a 6 W, y durante el ciclo de limpieza puede alcanzar hasta 10 W. Por lo tanto, se recomienda que la fuente de alimentación soporte al menos 12 W para operar con seguridad.</p>	Antony
15/05/25	E	<p><b>Programación:</b> El lenguaje de programación será C++, para asegurar la correcta operación del sensor portátil para la medición en tiempo real de contaminantes vehiculares (CO, CO<sub>2</sub>, NOx, HC) y obtener datos precisos directamente desde el tubo de escape. La programación controlará tanto la adquisición de datos como los ciclos de limpieza automática, optimizando el rendimiento del sistema.</p>	Frank Jauregui Bendezu
15/05/25	E	<p><b>Materia:</b> El sensor portátil está diseñado para captar directamente los gases emitidos por vehículos desde el tubo de escape, sin necesidad de muestreo intermedio. Se enfocará en la medición de contaminantes como CO, CO<sub>2</sub>, NOx y HC en tiempo real, permitiendo evaluar la eficiencia de combustión y el impacto ambiental del vehículo bajo condiciones reales de operación.</p>	Nathalia Silvana Robledo Cerna
15/05/25	E	<p><b>Control:</b> Es indispensable aplicar un control de calidad constante al sistema, verificando que los sensores mantengan su precisión y estabilidad frente a condiciones variables de temperatura, humedad y concentración de gases. Se recomienda calibrar periódicamente el módulo multigás para garantizar mediciones confiables, especialmente en entornos urbanos donde las emisiones pueden fluctuar ampliamente.</p>	Nathalia Silvana Robledo Cerna

15/05/25	E	<p><b>Fabricación:</b> Para asegurar una fabricación accesible y rápida, materiales económicos y disponibles en el mercado local. La estructura externa será compacta y modular. Para proteger el sensor y la electrónica del calor y de los gases agresivos del escape, se incorporará una <b>barrera térmica interna de mica o corcho prensado</b> y un <b>filtro de malla metálica fina</b> en la entrada, que actúe como trampa de partículas. Además, el sensor estará ligeramente retirado del flujo directo de gases y ubicado en una cámara ventilada que mitigue el impacto térmico sin comprometer la detección de gases. Estas soluciones permiten que el prototipo sea funcional y duradero sin elevar los costos de producción. Todo el diseño considera principios básicos de calidad y seguridad, en concordancia con lo establecido por la <b>Ley N.° 30224</b>, que regula el Sistema Nacional para la Calidad a través de INACAL.</p>	Antony
15/05/25	E	<p><b>Emisión de resultados:</b> El dispositivo transmitirá en tiempo real los datos de CO, CO<sub>2</sub>, NOx y HC hacia una <b>aplicación interactiva</b> accesible desde teléfonos móviles. Esta app permitirá visualizar gráficas, históricos y valores actuales, facilitando la interpretación de las emisiones del vehículo respecto a los <b>Límites Máximos Permisibles (LMP)</b>. Además, se incluirá un sistema de LED tricolor para indicar visualmente el nivel de contaminación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rojo: Emisiones elevadas (fuera del rango permitido).</li> <li>• Amarillo: Emisiones moderadas (requiere revisión).</li> <li>• Verde: Emisiones dentro del rango aceptable.</li> </ul> <p>El dispositivo también tendrá un sistema de alerta sonora opcional para facilitar la interpretación rápida de los resultado</p>	Antony
15/05/25	E	<p><b>Portabilidad:</b> El diseño del sensor será compacto y estará contenido dentro de una caja fabricada con materiales livianos y resistentes. Las dimensiones de la caja no superarán los 15 cm de largo, 12 cm de ancho y 8 cm de alto, lo que permite un fácil transporte y manipulación del dispositivo. El conjunto completo, incluyendo la caja, el tubo de conexión (de entre 20 cm y 30 cm de largo) y los componentes internos, tendrá un peso total inferior a 1.5 kg, lo que facilita su uso, transporte y almacenamiento por parte de los agentes de tránsito. El tubo flexible permite una conexión sencilla al tubo de escape del vehículo, sin</p>	Jonathan

		necesidad de herramientas adicionales ni modificaciones estructurales, manteniendo la eficiencia operativa en campo..	
15/05/25	E	<b>Mantenimiento:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Componentes mecánicos:</b> La carcasa podrá abrirse fácilmente para inspeccionar, limpiar o reemplazar piezas como filtros y protectores térmicos, si es necesario.</li> <li>• <b>Componentes electrónicos:</b> El sistema permitirá reemplazar sensores o el Arduino mediante conexiones tipo plug-in, sin necesidad de soldaduras, lo que facilita el mantenimiento y alarga la vida útil del prototipo.</li> </ul>	Frank Jauregui Bendezu
15/05/25	E	<b>Costos:</b> Se estima un presupuesto total de entre 100 a 300 soles, priorizando materiales de bajo costo y disponibilidad local. El uso de impresión 3D y componentes estándar (como Arduino y sensores multigás económicos) permite reducir gastos sin comprometer la funcionalidad.	Frank Jauregui Bendezu
15/05/25	E	<b>Plazos:</b> El desarrollo del prototipo iniciará el jueves 15 de mayo y se espera su culminación para el 10 de julio. Se establecerá una planificación semanal para dividir tareas como diseño CAD, programación, ensamblaje y pruebas de funcionamiento, ajustando las fechas según el avance real del proyecto. Todas estas actividades organizadas en el github,	Nathalia Silvana Robledo Cerna