



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

Facultad de Ciencia y Tecnología

Escuela de Ingeniería Automotriz

Metodología para la integración de datos OBD-II y registro de video a bordo en el estudio del comportamiento dinámico vehicular.

Trabajo de titulación previo a la obtención del grado académico de
Ingeniero Automotriz

Fabián Eduardo Chuisaca-Criollo

Diego Andrés Cornejo-Carpio

Director: Ing. Gustavo Andrés Álvarez-Coello, Mgtr.

Cuenca-Ecuador

2026

DEDICATORIA

Fabián Chuisaca

Quiero dedicar este logro a las personas más importantes de mi vida las que me han impulsado y motivado en cada momento esto también es de ustedes.

A mi papá Wilson Chuisaca que me protegió y apoyo desde el primer día de mi vida por todas tus enseñanzas por todos los valores que me inculcaste para ser un hombre de bien y por todas esas veces donde me has dicho que yo sí puedo, esto es para ti.

Para mi mami María Elena que todos los días se preocupada de mí y en todas las noches que llegaba de la universidad me preguntaba cómo estaba, te amo mami.

También para mi hermano que es la persona a la que más he amado en esta vida, Diego yo siempre voy a estar contigo así que no tengas miedo.

A mis hermanas que cada mañana son esa mezcla de chispa y combustible que hacen que mi vida tenga un gran sentido y para mis abuelitas por siempre apoyarme.

Para mí, para Fabián, tanto para el que logró terminar este camino como para aquel que un día lo inició sin tener todo claro, pero con un millón de ideas. Estoy orgulloso de todo lo que fui capaz de superar para llegar hasta aquí.

AGRADECIMIENTOS

Fabián Chuisaca

Quiero agradecer a Dios por acompañarme en cada etapa de mi vida y haberme bendecido con personas tan increíbles personas que me acompañaron siempre.

A mis dos abuelitas por siempre aconsejarme y brindarme su amor, a mi mami por cuidarme todos los días de mi vida con ese amor tan lindo que tiene, a mi hermano por sacarme una risa cuando más lo necesitaba y a mis dos hermanas por haber llegado a este mundo y volverme a enseñar que la felicidad se encuentra en lo cotidiano.

También a todos mis profesores con los que pude compartir en todo este transcurso que a más de ser profesionales con varios títulos fueron personas que me entendían y escuchaban muchas gracias por sus consejos, historias, risas, y sobre todo sus enseñanzas estoy muy agradecido de corazón con todos los profesores que conocí gracias por confiar en mí.

A todos mis amigos que sin ustedes la carrera no hubiera sido lo mismo gracias por sus bromas, sus risas, por los días en los que estudiábamos para las pruebas gracias por su amistad.

Y en especial a mi papá, por enseñarme a ser fuerte, a trabajar duro y a nunca dejar de esforzarme. Gracias, papá, porque fuiste el mejor ejemplo que pude haber tenido. Me enseñaste a seguir adelante sin importar las dificultades y a mantener siempre la esencia de una persona justa, honesta y solidaria.

Gracias por ser mi papá.

DEDICATORIA

Diego Cornejo

Quiero dedicar este logro a todas las personas que me convirtieron en lo que soy hoy
junto con una frase que describe como me hacen sentir,

A mis padres Christian y Ana, mi hermano Juan, mi tía Mónica y Mafer por enseñarme
que el camino nunca va ser fácil, que la vida se trata de ser resiliente y que de los
errores se aprende más que de los éxitos, Gracias por permitirme llegar a esta meta y
por ser los cimientos del futuro que tengo por delante. *“I’ve lived a life that’s full, I
traveled each and every highway. And more, much more than this, I did it my way,
Frank Sinatra.”*

A todas las personas con las que compartí una risa, y una amistad, en especial a Topi,
Bryam, José, Fabian, Christian y Jeremy, pues fueron parte importante de mi vida; pues
fueron quienes hicieron más amena la espera, y quienes en cierto punto fueron los que
me levantaron cuando ya no podía más. *“You made ‘em laugh, you made ‘em cry. You
made us feel like we could fly, Queen.”*

Y a mí pareja, María del Carmen, quien estuvo desde el inicio apoyándome
incondicionalmente, quien es el motor que impulsa mis días, y la energía que necesito
en el agotamiento. Tu apoyo ha sido tan importante en esta ecuación que este logro es
tan tuyo como mío. *“Still my favorite person in this whole world, is the woman who can
understand every word, and when she speaks to me, she makes me see the whole
world, The Strokes.”*

Finalmente, a mí mismo, la persona que adora aprender, conocer y entender el
universo. Y a la ingeniería, que fue la que me hizo entender esta frase y por la que hoy
estoy aquí: *“Ese es mi sitio. En un mundo en constante cambio, es un único punto de
consistencia, Sheldon Cooper.”*

AGRADECIMIENTOS

Diego Cornejo

Quisiera agradecer a todas las personas que fueron parte del proceso, quienes me inspiraron y vieron algo en mí que yo no. Gracias por no rendirse nunca con mi potencial,

A mis tutores, docentes y director de tesis, que desde el primer ciclo lograron que la carrera de la que me sentía inseguro se convirtiera en una de las mejores decisiones de mi vida, gracias por cada consejo, historia, y conocimiento. En especial a: Gustavo Álvarez, Efrén Fernández, Andrés López y Robert Rockwood.

A mi compañero de tesis, Fabián, quien desde hace 3 años fue mi compañero en cada trabajo, proyecto y salida, aunque todo empezó con un “¿me puedo sentar aquí?” no imagino como hubiese sido este camino sin esa amistad.

Por último, les agradezco a mis seres más queridos, mis padres, mi hermano y mi pareja, gracias por cada día preguntarme cómo me fue, por estar en las buenas y en las malas, por estar pendientes todo el tiempo de cómo me siento, de cómo lo estoy haciendo, y por ser la razón de cada vez que quiero dejarlo decirme a mí mismo “Debo seguir adelante”.

“Ten decisions shape your life, you’ll be aware of five about, why not try it all? I’ll Try Anything Once, The Strokes”

Resumen

Este documento expone una metodología estructurada para la fusión de información telemétrica obtenida a través del sistema de diagnóstico a bordo (OBD-II) y registros audiovisuales de alta definición. El objetivo central consiste en el análisis del desempeño dinámico de vehículos bajo diversas condiciones de operación. La investigación detalla la configuración técnica de los dispositivos de adquisición de datos y su sincronización precisa mediante el uso de herramientas de software especializadas, como RaceRender. Se incluyen resultados derivados de pruebas en rutas urbanas, rurales, mixtas y circuitos cerrados en la ciudad de Cuenca, lo cual permite una visualización integral de variables críticas del motor y el chasis en relación directa con el entorno físico.

Palabras clave: Telemetría, OBD-II, Comportamiento Dinámico, Sincronización de Datos, Ingeniería Automotriz.

Abstract

This project presents a technical protocol for the integration of On-Board Diagnostics (OBD-II) data with high-resolution video. Through the use of specialized telemetry software, mechanical parameters are superimposed onto the visual record of the vehicle in motion. The study validates the system's effectiveness across four distinct scenarios, which facilitates a detailed evaluation of efficiency, safety, and powertrain behavior. This methodology serves as a significant tool for vehicular test optimization and academic training within the field of automotive engineering.

Keywords: Telemetry, OBD-II, Dynamic Behavior, Data Synchronization, Automotive Engineering.

Contenidos

| | |
|--|-----------|
| Resumen | v |
| Abstract | vi |
| 1. Introducción..... | 1 |
| 1.1 Sistema de diagnóstico OBDII | 1 |
| 1.2 Parámetros esenciales para el análisis dinámico vehicular | 2 |
| 1.3 Problemática | 3 |
| 1.4 Objetivo General | 5 |
| 1.5 Objetivos Específicos..... | 5 |
| 2. Metodología | 6 |
| 3. Resultados | 14 |
| 3.1 Ruta de prueba..... | 14 |
| 3.2 Resultados de las rutas programadas | 14 |
| 3.3 Intento de registro simultáneo con 2 dispositivos..... | 17 |
| 3.4 Ventajas del análisis de datos OBDII más video frente a un análisis | 18 |
| 4. Conclusiones..... | 19 |
| 5. Recomendaciones..... | 20 |
| 6. Referencias..... | 22 |
| 7. Anexos | 23 |

Tabla de Figuras

| | |
|--|-----------|
| Figura 1 Registro de datos mediante OBDII..... | 2 |
| Figura 2 Conector y Puerto OBDII | 3 |
| Figura 3 Datos en vivo mediante el software RaceRender | 4 |
| Figura 4 software RaceRender..... | 4 |
| Figura 5 software Telemetry Overlay..... | 4 |
| Figura 6 software CSS Electronics | 4 |
| Figura 7 BlueDriver..... | 7 |
| Figura 8 JETHAX..... | 7 |
| Figura 9 Puerto OBDII en el vehículo | 7 |
| Figura 10 Soporte en el vehículo..... | 8 |
| Figura 11 GoPro Hero 9 Black con su soporte de ventosa..... | 8 |
| Figura 12 Ruta Av. Loja - Parque Calderón..... | 9 |
| Figura 13 Ruta Turi – Tarquí | 10 |
| Figura 14 Ruta Racar – Universidad del Azuay | 11 |
| Figura 15 Ruta - Estadio..... | 11 |
| Figura 16 Indicador de RaceRender | 13 |
| Figura 17 Ruta de prueba..... | 14 |
| Figura 18 Sincronización en el software RaceRender | 14 |
| Figura 19 Sincronización ruta Turi-Tarqui | 15 |
| Figura 20 Sincronización ruta Racar - Universidad del Azuay | 16 |
| Figura 21 Sincronización ruta Av. Loja – Parque Calderón | 16 |
| Figura 22 Sincronización ruta estadio..... | 17 |
| Figura 23 Conexión simultanea tipo Y | 17 |
| Figura 24 Velocidad en función del tiempo de la ruta tipo circuito..... | 18 |
| Figura 25 Velocidad punta antes de la desaceleración..... | 19 |
| Figura 26 Reducción de la velocidad después de aproximadamente 3 segundos | 19 |

Contenido de tablas

| | |
|---|----------|
| <i>Tabla 1 Parámetros de OBD-II.....</i> | 3 |
| <i>Tabla 2 Especificaciones del modelo JAC JS3.....</i> | 6 |
| <i>Tabla 3 Especificaciones del modelo KIA.....</i> | 6 |

Anexos

| | |
|--|-----------|
| <i>ANEXO A, Ruta Urbana: https://youtu.be/MjbvFj6w9f0</i> | 23 |
| <i>ANEXO B, Ruta Mixta: https://youtu.be/E8XPTVYxZPw</i> | 23 |
| <i>ANEXO C, Ruta Rural: https://youtu.be/2OwNWAS6C3M</i> | 24 |
| <i>ANEXO D, Ruta Circuito: https://youtu.be/EZ0wswbVI4Q.....</i> | 24 |
| <i>ANEXO E, Datos de la ruta urbana.....</i> | 25 |
| <i>ANEXO F, datos de la ruta mixta.....</i> | 25 |
| <i>ANEXO G, datos de la ruta rural.....</i> | 25 |
| <i>ANEXO H, datos de la ruta circuito.....</i> | 25 |

1. Introducción

1.1 Sistema de diagnóstico OBDII

En la actualidad, el análisis de datos vehiculares ha adquirido una relevancia importante en el ámbito automotriz, principalmente como herramienta de diagnóstico para el rendimiento de vehículos, pero también en el desarrollo de métodos de conducción inteligente y mejor eficiencia energética. La incorporación del sistema OBDII (*On Board Diagnostics*) en los automóviles modernos ha permitido acceder a una amplia gama de parámetros en tiempo real, como velocidad, revoluciones por minuto, temperatura del motor y posición GPS (Gabriel et al., 2024).

En la Ingeniería automotriz, el análisis del comportamiento dinámico de los vehículos depende de la correcta interpretación de los datos provenientes del sistema OBD-II. Sin embargo, estos registros suelen presentarse de forma aislada, sin una correlación visual con las condiciones reales de conducción, lo que limita en cierto grado su aplicabilidad en el diagnóstico y su vínculo con el modo de manejo (Adhikari, 2023).

Además, el análisis del desempeño dinámico vehicular permite evaluar el comportamiento de un vehículo frente a diferentes condiciones, considerando factores como la aceleración, la velocidad, las fuerzas longitudinales y laterales, la transferencia de masa y la eficiencia energética. Estos parámetros son esenciales para comprender el rendimiento de los sistemas de propulsión, suspensión, frenos y dirección. Tradicionalmente, este tipo de análisis se realizaba mediante sistemas de adquisición de datos (DAQ) de laboratorio o equipos de telemetría de competición, los cuales, aunque ofrecen alta precisión, presentan elevados costos y una compleja instalación.

La aparición de sistemas electrónicos estandarizados en los vehículos modernos, especialmente a través del protocolo *On-Board Diagnostics II (OBDII)*, ha permitido acceder a información del vehículo en tiempo real de forma económica y accesible (Figura 1). El *OBDII*, establecido inicialmente por la normativa SAE J1979 e implementado de forma obligatoria desde 1996 en vehículos comercializados en Estados Unidos, posibilita la lectura de parámetros operativos como las revoluciones por minuto (RPM), la velocidad del vehículo, la carga del motor, la presión del colector de admisión, la temperatura del refrigerante y el flujo de aire de admisión, entre otros (SAE International Technical Standard, 2017).

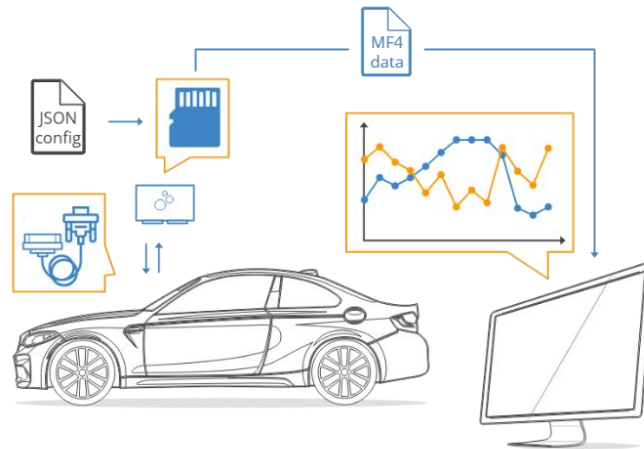


Figura 1 Registro de datos mediante OBDII

Fuente:(CSS Electronics, 2025)

1.2 Parámetros esenciales para el análisis dinámico vehicular

Dentro del estudio del comportamiento dinámico vehicular, los parámetros obtenidos a través del sistema OBD-II permiten el acceso a variables que describen el estado operativo del motor y del tren motriz. Estos parámetros, definidos mediante *parameter IDs* (PIDs), facilitan la caracterización del desempeño del vehículo bajo diferentes condiciones de funcionamiento. En este sentido, y con el propósito de respaldar conceptualmente la metodología propuesta, (ver Tabla 1), presenta una síntesis de los principales parámetros *OBDII* utilizados en el análisis dinámico, junto con su forma de obtención y su relevancia técnica dentro del marco teórico de esta investigación.

La selección de estos parámetros permite establecer una base conceptual sólida para el análisis del comportamiento dinámico vehicular, dado que representan las variables mínimas necesarias para describir la interacción entre el motor, el tren motriz y las condiciones de conducción. Asimismo, estos parámetros constituyen los insumos principales para la posterior integración con el registro de video a bordo, lo que posibilita correlacionar de manera precisa los eventos observados en la conducción con los datos telemétricos obtenidos. De este modo, la información presentada en la tabla contribuye al sustento teórico de la metodología planteada y orienta la definición de los procedimientos de adquisición y procesamiento de datos que se desarrollarán en capítulos posteriores.

Tabla 1 Parámetros de OBD-II

| PARÁMETROS OBDII | OBTENCIÓN | UTILIDAD EN EL ANÁLISIS DINÁMICO |
|---|------------------|--|
| Velocidad del vehículo (<i>VSS</i>) | Sensor VSS → ECU | Permite evaluar aceleración, frenado, estabilidad y comportamiento en curvas. |
| Revoluciones del motor (<i>RPM</i>) | Sensor CKP → ECU | Indica el régimen del motor y permite analizar respuesta, cambios de marcha y demanda de potencia. |
| Carga del motor (<i>Load %</i>) | Cálculo ECU | Relaciona el esfuerzo del motor con las condiciones de conducción; útil para interpretar exigencia mecánica. |
| Posición del acelerador (<i>TPS</i>) | Sensor TPS → ECU | Relaciona la acción del conductor con la respuesta del motor; clave para estudiar la dinámica longitudinal. |
| Presión del colector de admisión (<i>MAP</i>) | Sensor MAP → ECU | Indica la cantidad de aire admitido y permite evaluar desempeño del motor bajo aceleración o carga. |

El *OBDII* utiliza protocolos de comunicación como SAE J1850, SAE J1979, permitiendo la conexión a través de un puerto de 16 pines ubicado generalmente bajo el tablero (ver Figura 2). Los dispositivos basados en el chip ELM327 se han popularizado por su capacidad para interpretar estos protocolos y transmitir la información a computadoras o dispositivos móviles mediante Bluetooth o Wi-Fi. Aplicaciones como *Torque Pro*, *ScanMaster* o *Car Scanner* permiten capturar estos datos en tiempo real y exportarlos en formatos analizables. El sistema *OBDII* es una herramienta confiable para diagnóstico y monitoreo del desempeño, siempre que se utilicen interfaces con baja latencia y frecuencia de muestreo adecuada (Meenakshi, Rainu, et al., 2021).

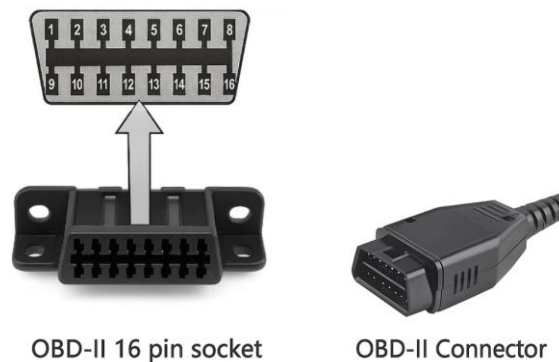


Figura 2 Conector y Puerto OBDII

Fuente: (Meenakshi, Nandal, et al., 2021)

1.3 Problemática

Sin embargo, los datos provenientes del OBD-II, aunque precisos, carecen de contexto visual que permita asociar los valores numéricos con las condiciones reales de manejo. Por ello, la incorporación de cámaras de acción en el análisis vehicular aporta una dimensión visual complementaria que facilita la interpretación de eventos dinámicos como se observa en la Figura 3.



Figura 3 Datos en vivo mediante el software RaceRender

Fuente: (TheTuningSchool, 2016)

A nivel internacional, la integración de telemetría y video ha sido explorada en el ámbito de la competición y la investigación automotriz. Herramientas comerciales como *Dashware* y *RaceChrono* permiten sincronizar datos de OBDII con video, generando *overlays* que muestran velocidad, RPM y posición GPS en tiempo real, aunque requieren hardware especializado y licencias costosas, lo que limita su accesibilidad en contextos educativos (Hind et al., 2024). Estas aplicaciones han sido empleadas para analizar el desempeño de vehículos en deportes de motor y pruebas de laboratorio, demostrando la utilidad de la visualización aumentada para la comprensión de la dinámica vehicular. Es en este contexto, que herramientas como se observan en la Figura 4, Figura 5 y Figura 6 que, a pesar de tener sus propios sistemas de adquisición de datos son mucho más amigables en compatibilidad con el resto de dispositivos ELM327, representando una ventaja en cuanto a costo y facilidad de operación.



Figura 4 software RaceRender



Figura 5 software Telemetry Overlay

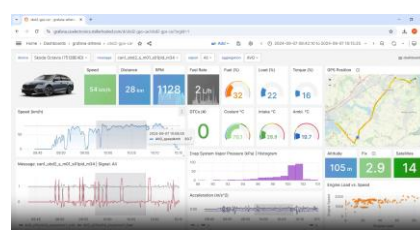


Figura 6 software CSS Electronics

En América Latina, iniciativas universitarias han implementado sistemas accesibles basados en OBDII y cámaras de acción para registrar telemetría de prototipos de vehículos eléctricos, enfocándose principalmente en la enseñanza práctica y la experimentación. Estas experiencias han evidenciado la viabilidad técnica de soluciones económicas y replicables que integran datos vehiculares y video, destacando la importancia de desarrollar metodologías que

permitan la sincronización precisa y la representación clara de la información. Desde la perspectiva tecnológica, la sincronización temporal de datos OBDII con video representa un desafío que ha sido abordado mediante el uso de *timestamps* y coordenadas GPS, permitiendo generar visualizaciones consistentes y confiables. La implementación de *HUDs* y *overlays* en video se ha consolidado como una técnica efectiva para contextualizar datos en entornos reales, facilitando la interpretación de variables críticas y contribuyendo a la educación y la investigación aplicada (Li et al., 2025). Estas tendencias muestran que el desarrollo de sistemas accesibles y replicables para la visualización aumentada de datos vehiculares no solo es viable, sino necesario, especialmente en entornos académicos donde se busca combinar teoría y práctica de manera efectiva. A nivel global y regional, la integración de telemetría con sistemas de visualización se ha consolidado como una herramienta útil para el análisis del desempeño vehicular. Esta tendencia evidencia la necesidad de contar con soluciones accesibles y aplicables en entornos académicos, lo que facilita el estudio práctico de vehículos mediante la correlación directa entre datos operativos y condiciones reales de funcionamiento.

Por ello, este proyecto plantea una metodología que integra la telemetría obtenida del OBD-II con un registro de video a bordo mediante una cámara *GoPro HERO9 Black*, utilizando el *software RaceRender*. La sincronización de ambos recursos permitirá visualizar parámetros como velocidad, RPM y posición GPS, facilitando el análisis dinámico vehicular en condiciones definidas (Sezgin & Lin, 2019).

1.4 Objetivo General

Bajo esta premisa, el presente documento tiene como objetivo:

Diseñar una metodología que integre datos OBD-II y video a bordo para analizar el comportamiento dinámico del vehículo.

1.5 Objetivos Específicos

Específicamente el proyecto busca:

- Determinar las variables OBD-II clave para el análisis del desempeño vehicular
- Configurar un sistema de adquisición de datos mediante un adaptador OBD-II
- Sincronizar video y telemetría utilizando *software* especializado
- Evaluar la sincronización de los datos y video mediante pruebas de conducción preestablecidas.

El proyecto se desarrolló sobre un vehículo de combustión interna con interfaz OBD-II operativa. Se realizarán pruebas experimentales en circuitos o tramos de vía predeterminados, sin modificar los sistemas electrónicos del vehículo. El alcance incluye la adquisición, sincronización y visualización de datos, así como el análisis técnico del desempeño dinámico. No contempla la transmisión en tiempo real ni el desarrollo de hardware propio. El proyecto se realizará en un vehículo de combustión interna con sistema OBD-II operativo. Incluirá la adquisición, sincronización y análisis de datos vehiculares (velocidad, RPM, carga del motor, GPS) junto con video a bordo, utilizando *RaceRender*.

Por consiguiente, El estudio se centrará en el procesamiento posterior de la información, sin considerar transmisión en tiempo real ni modificaciones al vehículo. La metodología desarrollada será aplicable y replicable en entornos académicos para el análisis dinámico vehicular.

2. Metodología


Se establece un procedimiento para la adquisición, procesamiento e integración de datos telemétricos obtenidos mediante el sistema de diagnóstico a bordo (*OBDII*) con registros audiovisuales capturados durante la conducción de un vehículo. El proceso metodológico comprende la preparación de los equipos, la adquisición de datos durante las pruebas de conducción, la exportación de los registros obtenidos y su posterior integración en un entorno de visualización y análisis.

Los vehículos utilizados para la obtención de los datos fueron un automóvil *JAC JS3* y un automóvil *Sonet* de la marca *KIA* (ver Tabla 2 y Tabla 3) respectivamente para ver sus especificaciones). Con el fin de contextualizar las condiciones de operación durante las pruebas y facilitar la interpretación de los resultados obtenidos.

Tabla 2 Especificaciones del modelo JAC JS3

| Especificaciones del modelo JAC JS3 1.6VVT+6MT FWD | | |
|--|---------------------|--|
|  | Año | 2024 |
| | Cilindrada (CC) | 1600 |
| | Transmisión | Manual |
| | Combustible | Gasolina |
| | Peso (Ton) | 1.26 |
| | Potencia (Hp) | 118 |
| | Torque (Nm) | 150 |
| | Número de cilindros | 4 |
| | Observación: | Se utilizó el vehículo con gasolina de 85 octanos y 5% de etanol |

Tabla 3 Especificaciones del modelo KIA

| Especificaciones del modelo KIA SONET AC 1.5 4x2 | | |
|---|---------------------|--|
|  | Año | 2025 |
| | Cilindrada (CC) | 1500 |
| | Transmisión | Manual |
| | Combustible | Gasolina |
| | Peso (Ton) | 1.575 |
| | Potencia (Hp) | 113 |
| | Torque (Nm) | 144 |
| | Número de cilindros | 4 |
| | Observación: | Se utilizó el vehículo con gasolina de 85 octanos y 5% de etanol |

Para la obtención de datos telemétricos se emplearon dos dispositivos de diagnóstico OBD-II: *BlueDriver* (Figura 7), compatible con dispositivos iOS y Android, y *JETHAX* (Figura 8), compatible con dispositivos Android. El dispositivo *BlueDriver* dispone de una aplicación propia para la captura y registro de datos, mientras que el dispositivo *JETHAX* requiere el uso de una aplicación externa para su funcionamiento. Este estudio hizo uso la aplicación Torque Pro, la cual permite la lectura y registro de parámetros vehiculares a través de la interfaz OBD-II.



Figura 7 BlueDriver

Fuente: (BlueDriver, 2026)



Figura 8 JETHAX

Fuente: (Whizz, 2015)

El primer paso del procedimiento consiste en localizar el puerto de diagnóstico OBD-II del vehículo. De acuerdo con la normativa de estandarización del sistema OBD-II, este puerto se encuentra generalmente ubicado en la parte inferior del tablero (Figura 9) (Meenakshi, Rainu, et al., 2021). Una vez identificado el puerto de conexión, se procede a insertar el adaptador OBD-II correspondiente (*BlueDriver* o *JETHAX*), estableciendo así la comunicación entre el sistema electrónico del vehículo y el dispositivo de registro.



Figura 9 Puerto OBDII en el vehículo

Posteriormente se realiza la vinculación del adaptador OBD-II con el dispositivo móvil mediante conexión inalámbrica. En el caso del adaptador *BlueDriver*, la conexión se establece a través de su aplicación propietaria instalada en *iPhone*. Para el adaptador *JETHAX*, la conexión se realiza mediante *Bluetooth* y la aplicación Torque Pro instalada en un dispositivo Android. Una vez establecida la comunicación, se configuran los parámetros de adquisición de datos dentro de la aplicación, seleccionando las variables vehiculares que serán registradas durante las pruebas.

Entre los parámetros seleccionados para el análisis se encuentran variables fundamentales del comportamiento dinámico del vehículo, tales como velocidad del vehículo, revoluciones del motor (RPM), aceleración y otros parámetros disponibles a través del sistema OBD-II. Estos datos son registrados de manera continua durante el recorrido de prueba y almacenados en el dispositivo móvil.

De manera paralela a la adquisición de datos telemétricos, se realiza el registro audiovisual del recorrido utilizando una cámara *GoPro HERO9 Black*. La cámara se instala en el interior del vehículo en una posición fija con su soporte (Figura 11) que permita captar el campo visual frontal de la vía, asegurando la mayor visibilidad posible de la carretera, autopista o pista donde se desarrollará la prueba. Antes de iniciar la grabación se verifica que la cámara disponga de suficiente capacidad de almacenamiento y nivel de batería para evitar interrupciones durante el registro.



Figura 10 Soporte en el vehículo



Figura 11 GoPro Hero 9 Black con su soporte de ventosa

Fuente: (GoPro, 2026)

Una vez completada la configuración de los equipos, se inicia simultáneamente la grabación de video y el registro de datos OBD-II, para posteriormente realizar el recorrido de prueba bajo condiciones normales de conducción (es decir, bajo las condiciones de la vía y sus respectivas señales de tráfico). Durante el trayecto, las aplicaciones de registro almacenan continuamente los parámetros del vehículo mientras la cámara registra el entorno visual del recorrido.

Las pruebas experimentales se realizaron en tres rutas seleccionadas dentro de la ciudad de Cuenca, Ecuador, con el propósito de evaluar el comportamiento del vehículo bajo diferentes condiciones de operación y perfiles de conducción.

La primera ruta (Figura 12 Ruta Av. Loja - Parque Calderón) corresponde a un entorno urbano, con una distancia total de 3.26km. Esta presenta un perfil altimétrico relativamente uniforme, con valores de elevación mínima de 2,534.57m, mediana de 2,546.72m y máxima de 2,571.21m, lo que permite analizar el comportamiento del vehículo en condiciones de circulación urbana con variaciones de pendiente poco significativas. Esta prueba fue programada a las 18h00, considerando una densidad de tráfico vehicular en horas punta.

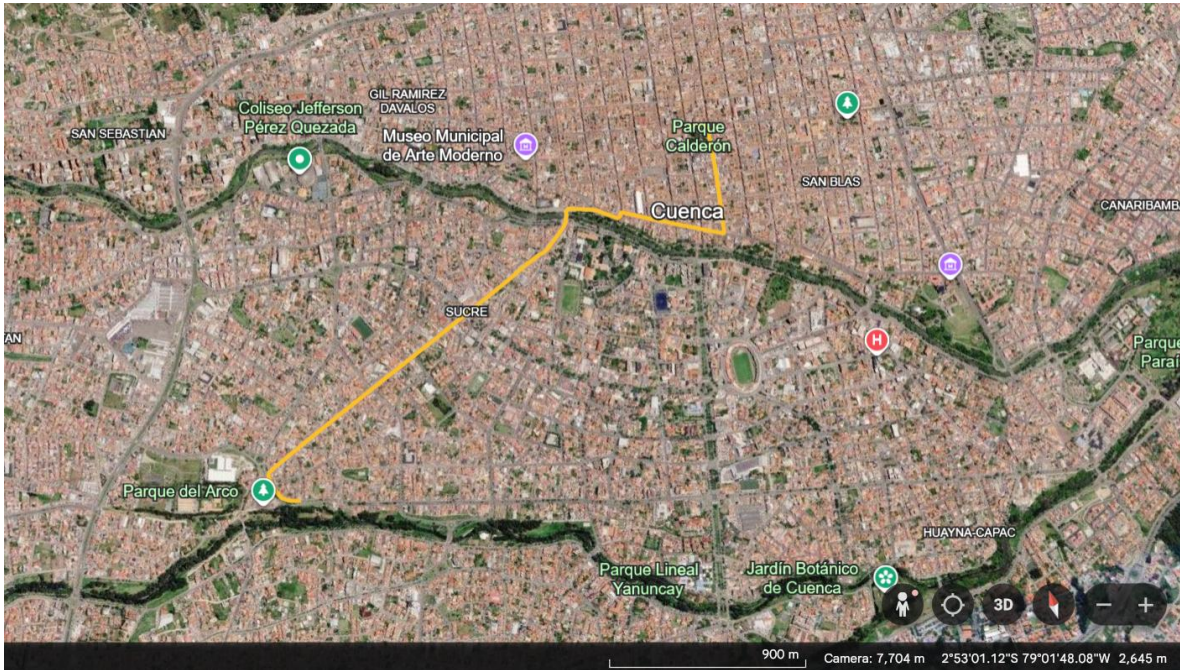


Figura 12 Ruta Av. Loja - Parque Calderón

La segunda ruta (Figura 13 Ruta Turi – Tarqui) corresponde a un trayecto de mayor extensión en una zona mayormente rural, con una distancia de 35.34 km, caracterizado por la presencia de variaciones considerables en la elevación y pendientes a lo largo del recorrido. Este tipo de ruta permite evaluar el desempeño del vehículo bajo condiciones de carga variable del motor y cambios en la resistencia al avance. La prueba fue realizada en

horario similar (15h00), durante un fin de semana, con el fin de analizar el comportamiento del tráfico y su influencia en la dinámica del vehículo.

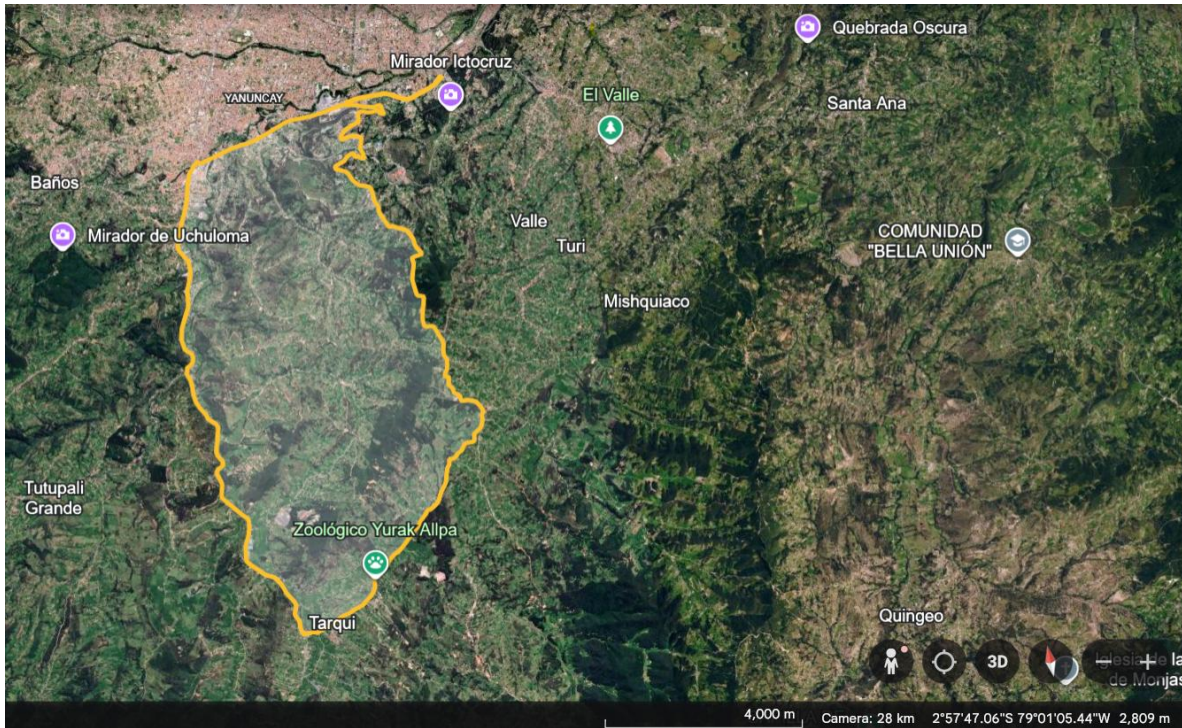


Figura 13 Ruta Turi – Tarqui

La tercera ruta (Figura 14 Ruta Racar – Universidad del Azuay) corresponde a un recorrido mixto, con una distancia de 10.16 km, que combina tramos urbanos y rurales. Este trayecto presenta variaciones significativas de elevación, con valores mínimos de 2,510.78m, medianos de 2,568.01m y máximos de 2,855.97m, así como segmentos de terreno plano. Esta prueba fue programada a las 17h30, en un horario de mayor afluencia vehicular, con el objetivo de evaluar el comportamiento dinámico del vehículo bajo condiciones de tráfico más exigentes y cambios en el entorno de conducción.



Figura 14 Ruta Racar – Universidad del Azuay

La cuarta ruta (Figura 15 Ruta - Estadio) simula un circuito cerrado, en el que se busca asemejar el estilo de conducción al de una competencia, con varias vueltas seguidas. En esta prueba se busca la menor afluencia vehicular y un terreno completamente plano, con el fin de observar tiempos de vuelta y velocidades elevadas.



Figura 15 Ruta - Estadio

En conjunto, las rutas seleccionadas permiten analizar el comportamiento del vehículo en escenarios urbanos, rurales y mixtos, proporcionando un conjunto de condiciones representativas para la validación de la metodología propuesta. Al finalizar cada prueba de conducción, los datos obtenidos mediante el sistema OBD-II fueron exportados desde la aplicación correspondiente en formato CSV (*Comma Separated Values*). Este archivo contiene las variables registradas durante el recorrido, junto con sus respectivas marcas temporales. Posteriormente, el archivo fue procesado en el *software Microsoft Excel*, donde se verificó la integridad y estructura de los datos.

De forma paralela, el archivo de video generado por la cámara GoPro HERO9 Black fue almacenado en formato MP4 – H.264 (La decodificación H.264 es debido a que el *software* de procesamiento permite este únicamente este formato) y transferido al entorno de procesamiento. Tanto el archivo de video como el archivo de datos telemétricos fueron importados en el *software RaceRender (HP Tuners)*, el cual permite la sincronización y visualización conjunta de información audiovisual y parámetros vehiculares.

Una vez importados los archivos, el *software* habilita el entorno de edición, en el cual se configuran los indicadores gráficos asociados a las variables registradas. En esta etapa se seleccionan los parámetros de interés y se diseñan los instrumentos de visualización, tales como velocímetros, tacómetros e indicadores gráficos de datos. Estos elementos son ajustados en términos de escala, dimensiones, posición y estilo visual dentro del video, con el propósito de optimizar la interpretación de la información telemétrica.

La interfaz de diseño de *RaceRender* proporciona herramientas para la personalización de estos indicadores, permitiendo su adaptación a los requerimientos del análisis. De esta manera, se genera una representación visual integrada que facilita la correlación entre los eventos observados en la conducción y las variables dinámicas del vehículo (ver Figura 16).



Figura 16 Indicador de RaceRender

Fuente: (RaceRender 3 - Documentación - Pantalla Principal, 2018)

Finalmente, una vez completada la configuración de los indicadores y verificada la sincronización entre los datos y el video, el *software* genera un archivo audiovisual final en el que se visualizan simultáneamente el recorrido realizado y los parámetros dinámicos del vehículo registrados mediante el sistema *OBDII*. Este material constituye la base para el análisis del comportamiento dinámico del vehículo y la evaluación de la metodología propuesta para la integración de datos telemétricos y video a bordo.

inicialmente la calidad de la cámara, así como los sensores que se buscan medir del vehículo. De esta forma se pueden observar parámetros de mayor interés para el análisis dinámico. Sin embargo, la disponibilidad de estos parámetros depende únicamente del vehículo de prueba, por lo que, la capacidad de personalización se ve limitada por este aspecto. El automóvil JAC JS3 permitió obtener parámetros como: potencia en las ruedas, torque en rueda, velocidad, temperatura del refrigerante, temperatura del aire de admisión, aceleraciones laterales y longitudinales, carga del motor, porcentaje de manejo en ralentí, porcentaje de manejo en ciudad y flujo de combustible instantáneo. Estos parámetros permitieron observar las diferencias entre las diferentes condiciones de las rutas, y observar cómo varía el estilo de manejo en cada caso. Al igual que en la ruta de prueba se sincronizan los datos *OBDII* con *RaceRender* como se puede observar en la Figura 19, Figura 21, Figura 22 y Figura 22.



Figura 19 Sincronización ruta Turi-Tarqui



Figura 20 Sincronización ruta Racar - Universidad del Azuay



Figura 21 Sincronización ruta Av. Loja - Parque Calderón



Figura 22 Sincronización ruta estadio

3.3 Intento de registro simultáneo con 2 dispositivos

Adicionalmente, se planteó la posibilidad de realizar una prueba utilizando dos dispositivos *OBDII* conectados simultáneamente, con el objetivo de registrar las mismas variables bajo condiciones idénticas de operación y así establecer una comparación directa entre los adaptadores *Jethax* y *BlueDriver*. Para ello, se empleó un adaptador tipo "Y" *OBDII* (ver Figura 23), que permite la conexión física de dos dispositivos al puerto de diagnóstico del vehículo.

Esta configuración tenía como finalidad garantizar que ambos dispositivos adquirieran datos correspondientes al mismo trayecto, evitando variaciones externas como el tráfico vehicular, los patrones de aceleración y el comportamiento de conducción. Sin embargo, durante la implementación se evidenció que, a pesar de la conexión física simultánea, el sistema de comunicación del vehículo no permite la adquisición concurrente de datos por dos interfaces, ya que prioriza la comunicación con uno de los dispositivos conectados, en este caso el adaptador *BlueDriver*. Esta limitación impidió la captura simultánea de información, por lo que no fue posible obtener registros equivalentes en ambos dispositivos bajo las mismas condiciones de prueba.



Figura 23 Conexión simultanea tipo Y

3.4 Ventajas del análisis de datos OBDII más video frente a un análisis

Se contrastó el análisis de datos aislado frente al análisis integrado con video para la ruta tipo circuito. En la gráfica de velocidad en función del tiempo de la Figura 24, se identificaron desaceleraciones pronunciadas en un corto periodo de tiempo (3 segundos) que no podían interpretarse únicamente con el registro numérico, puesto que el diseño del tramo no justificaba dicha reducción. No obstante, al evaluar el video con los datos superpuestos en el punto de desaceleración (celda "Mon Apr 27 17:14:34 GMT-05:00 2026"), se constató que, tras alcanzar un pico de velocidad de 69 km/h como se muestra en la Figura 25 de la celda "Mon Apr 27 17:14:31 GMT-05:00 2026"), la reducción de velocidad hasta 33km/h fue provocada por la aparición de otro vehículo en la vía como se observa en la Figura 26.

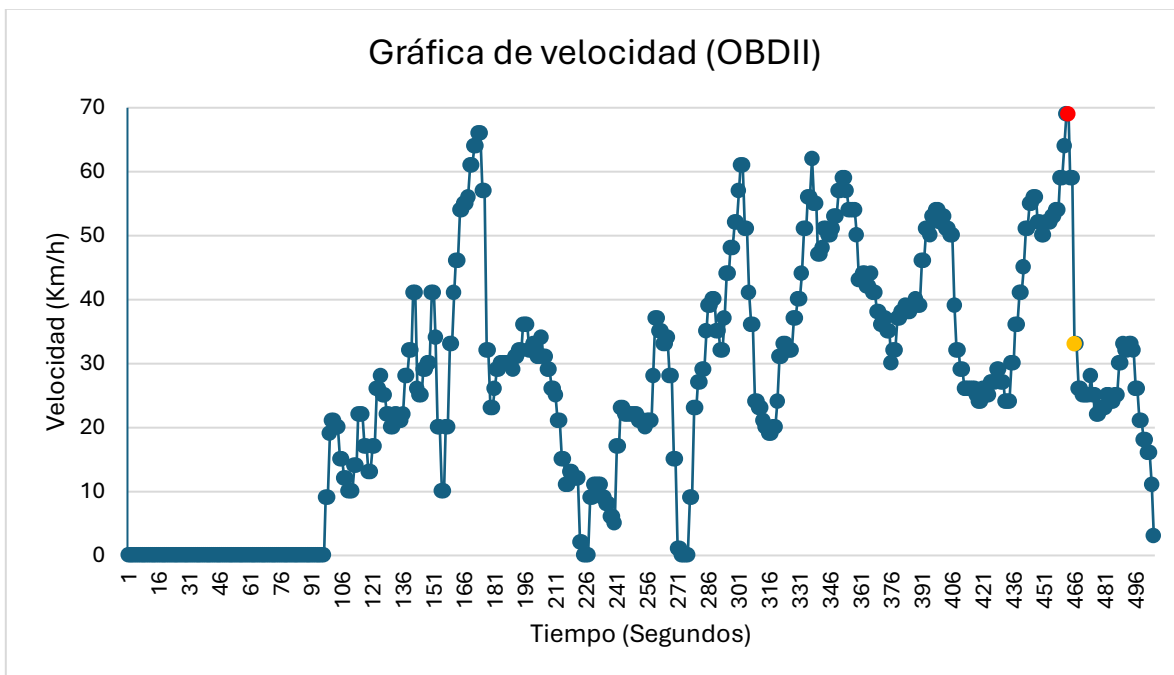


Figura 24 Velocidad en función del tiempo de la ruta tipo circuito

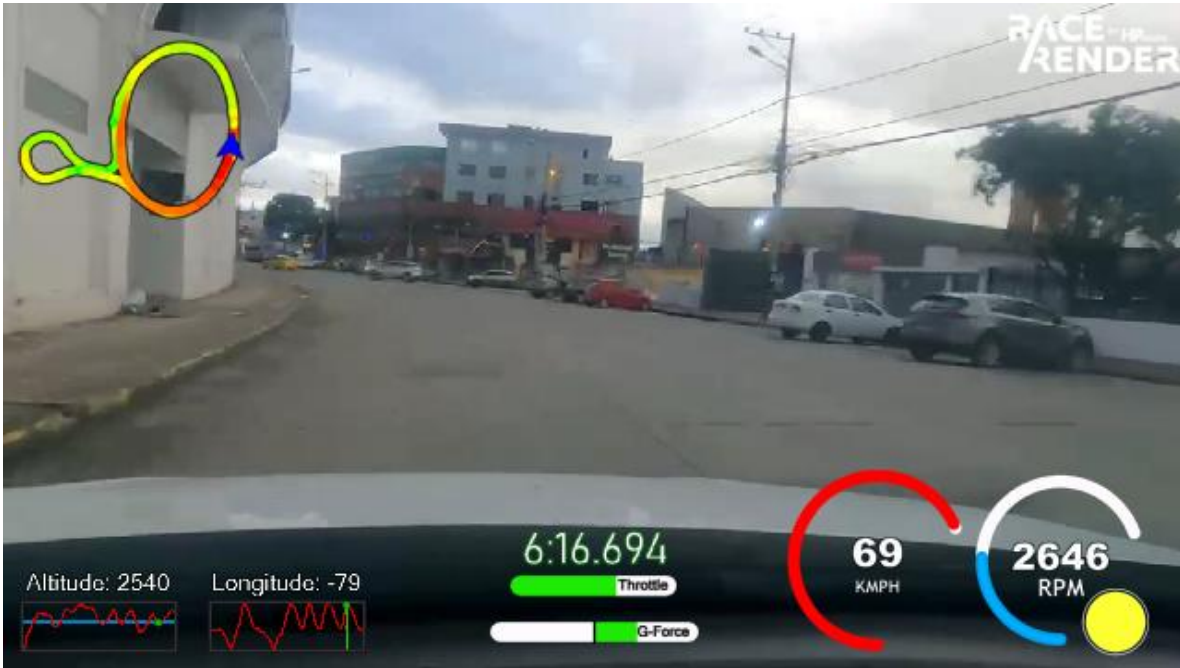


Figura 25 Velocidad punta antes de la desaceleración



Figura 26 Reducción de la velocidad después de aproximadamente 3 segundos

Después del análisis de ambos casos, se pudo evidenciar una mejor interpretación del suceso al tener un video de apoyo pues se pudo identificar la causa exacta de la desaceleración.

4. Conclusiones

Tras el análisis de los resultados obtenidos, se puede concluir que la propuesta técnica presentada resulta viable y eficaz. La integración de la telemetría digital con el registro audiovisual permite superar las limitaciones de los datos numéricos aislados, proporcionando un contexto espacial y situacional crítico que facilita la interpretación de los eventos operativos en condiciones reales de conducción. Esta sinergia de datos consolida una herramienta de diagnóstico robusta que permite un entendimiento integral de la interacción entre el conductor, el vehículo y el entorno.

En lo que respecta a la ejecución técnica, el empleo del *software* especializado *RaceRender*, garantiza una sincronización temporal de alta precisión entre los archivos de video y las variables obtenidas a través del puerto *OBDII*. La creación de interfaces gráficas con *overlays* no solo optimiza la visualización de los datos, sino que eleva la calidad del análisis dinámico al permitir una correspondencia exacta entre la acción física capturada y la respuesta electrónica del motor.

Asimismo, la investigación permitió determinar que la selección de parámetros clave como la velocidad del vehículo (VSS), las revoluciones por minuto (RPM) y la posición del acelerador (TPS) es fundamental para una caracterización precisa del desempeño longitudinal. El uso de protocolos de comunicación actualizados en el vehículo de prueba, específicamente el modelo *JAC JS3*, facilitó la obtención de indicadores avanzados como el torque y la potencia, lo que demuestra que la profundidad del análisis dinámico está intrínsecamente ligada a la modernidad de la arquitectura electrónica del vehículo y a la compatibilidad de las herramientas de adquisición utilizadas. Además, esta metodología facilita la interpretación de datos que, de forma aislada, resultan complejos o ambiguos. Esto viabiliza su aplicación en la reconstrucción de siniestros de tránsito, la evaluación del rendimiento vehicular, la validación de anomalías o datos atípicos, el soporte académico y el análisis de pérdidas en el *OBDII*. No obstante, este enfoque debe considerarse como una herramienta de soporte complementaria para el diagnóstico y la comprensión de eventos, mas no como un criterio absoluto.

Finalmente, se establece que el uso de hardware de bajo costo y fácil acceso, como los adaptadores basados en el chip *ELM327*, constituye una alternativa técnica competitiva frente a los sistemas de adquisición de datos (DAQ) de grado de laboratorio, que suelen ser costosos y de difícil implementación en entornos no controlados. No obstante, es imperativo considerar que la frecuencia de muestreo y la disponibilidad de parámetros están marcadas por las propias restricciones de la unidad de control electrónica (ECU) del fabricante. En consecuencia, esta metodología se presenta como un marco de trabajo replicable y escalable para futuras investigaciones académicas que busquen profundizar en el estudio del comportamiento vehicular de manera eficiente y accesible.

5. Recomendaciones

A partir de los resultados obtenidos y las limitaciones identificadas en el estudio, se plantean las siguientes recomendaciones para trabajos futuros.

La utilización de dispositivos *OBD-II* de mayor capacidad tecnológica es una variable clave, que permitan una mayor estabilidad en la comunicación y una frecuencia de muestreo superior. Esto contribuiría a evitar pérdidas de señal durante recorridos de mayor extensión y a mejorar la calidad de los datos registrados. Asimismo, el uso de adaptadores con capacidades avanzadas de adquisición, incluyendo módulos *GPS* integrados de mayor

precisión, permitiría obtener información más robusta y reducir la dependencia de fuentes externas de posicionamiento.

Adicionalmente, se sugiere emplear vehículos con arquitecturas electrónicas más recientes, que faciliten el acceso a un mayor número de parámetros a través del sistema OBD-II, tales como la marcha seleccionada, estados avanzados del sistema de transmisión y variables adicionales del motor. Esto permitiría ampliar el alcance del análisis dinámico y mejorar la caracterización del comportamiento del vehículo.

De igual manera, se recomienda la implementación de esta metodología en vehículos eléctricos, con el fin de explorar variables específicas asociadas a estos sistemas, como el estado de carga de la batería (SOC), la eficiencia energética, la potencia de descarga y la salud del sistema de almacenamiento energético. Esto permitiría extender la aplicabilidad de la metodología hacia nuevas tecnologías de movilidad.

En cuanto a las herramientas de procesamiento y visualización, se recomienda evaluar el uso de software alternativo como Telemetry Overlay, el cual ofrece mayores opciones de personalización y calidad gráfica en la representación de los datos. La incorporación de este tipo de herramientas podría mejorar la presentación de los resultados y facilitar el análisis visual de variables dinámicas, complementando o incluso optimizando las funcionalidades disponibles en RaceRender.

6. Referencias

- Adhikari, B. (2023). *Using Visual and Vehicular Sensors for Driver Behavior Analysis: A Survey*. <http://arxiv.org/abs/2308.13406>
- BlueDriver. (2026). *Herramienta de diagnóstico automotriz con Bluetooth*. <https://us.bluedriver.com/?srsltid=AfmBOorLw98FpZehSBxk-MWm28nLMOHkA32B4YLo-g95OYqkNa2nuKoz>
- GoPro. (2026). *Cámaras de acción para la aventura y el día a día | Cámaras deportivas | GoPro*. <https://gopro.com/es/ec/shop/cameras#blt4c6db2a4abe5bade>
- CSS Electronics. (2025). *Explicación del OBD2: Una introducción sencilla [2025] – CSS Electronics*. <https://www.csselectronics.com/pages/obd2-explained-simple-intro>
- Gabriel, A., Medina, C., Fernando, E., Espinel, L., Andrés, J., & Buenaño, R. (2024). *Optimization of automotive diagnostic systems*. <http://rccd.ucf.edu/cu/index.php/rccd>
- Hind, G. W. M., Ballantyne, E. E. F., Stincescu, T., Zhao, R., & Stone, D. A. (2024). Extracting dashcam telemetry data for predicting energy use of electric vehicles. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 27. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2024.101189>
- Li, L., Chen, B., Duan, D., & Liu, L. (2025). High-Precision Time Synchronization Based on Timestamp Mapping in Datacenter Networks. *Electronics (Switzerland)*, 14(3). <https://doi.org/10.3390/electronics14030610>
- Meenakshi, Nandal, R., & Awasthi, N. (2021). OBD-II and Big Data: A Powerful Combination to Solve the Issues of Automobile Care. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 1257, 177–189. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7907-3_14
- Meenakshi, Rainu, N., & Nitin, A. (2021). *OBD-II and Big Data: A Powerful Combination to Solve the Issues of Automobile Care*. 2, 177–189. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-981-15-7907-3_14
- RaceRender 3 - Documentación - Pantalla principal*. (2018). <https://www.racerender.com/RR3/docs/Main.html>
- SAE International Technical Standard. (2017). *SE/E Diagnostic Test Modes, SAE Standard J1979_201702* (pp. 1–143). SAE International. https://doi.org/10.4271/J1979_201702
- Sezgin, E., & Lin, S. (2019). Technology-based interventions, assessments, and solutions for safe driving training for adolescents: Rapid review. In *JMIR mHealth and uHealth* (Vol. 7, Number 1). JMIR Publications Inc. <https://doi.org/10.2196/11942>
- Tabla códigos obd2 - codigos de averias - Germans Galí*. (2019, April 1). <https://www.germansgali.com/2019/04/01/tabla-codigos-error-obd2/>
- TheTuningSchool. (2016, October 6). *Sebring NASA In-Car Video w/data in our C6 Corvette! - YouTube*. <https://www.youtube.com/watch?v=BsF3D0pB6f0>
- Whizz. (2015). *Escáner OBD2 JETHAX Whizz*. <https://www.whizz.co.ke/Product/4269586/Jethax-Obd2-Scanner-Bluetooth-4-0-Professional-Car-Code-Reader-Compatible-with-Android-and-Ios-with-System-Diagnoses-Obd2-Scan-Tool-since-Year-1996-Vehicles/>

7. Anexos

Para observar los resultados de las pruebas realizadas durante el proyecto acceder a los siguientes enlaces:

ANEXO A, Ruta Urbana: <https://youtu.be/MjivFj6w9f0>



ANEXO B, Ruta Mixta: <https://youtu.be/E8XPTVYxZPw>



ANEXO C, Ruta Rural: <https://youtu.be/2OwNWAS6C3M>



ANEXO D, Ruta Circuito: <https://youtu.be/EZ0wswbVI4Q>



A continuación, se presentan los enlaces correspondientes a los archivos .csv de las pruebas realizadas en ruta urbana, ruta mixta, ruta rural y ruta de circuito. Estos archivos se incluyen como anexos para el análisis y verificación de los datos obtenidos durante la investigación.

ANEXO E, Datos de la ruta urbana

[https://drive.google.com/file/d/1rGD-
jpDniYWNdOwQkQmKGQY3se0H0jVx/view?usp=drive_link](https://drive.google.com/file/d/1rGD-
jpDniYWNdOwQkQmKGQY3se0H0jVx/view?usp=drive_link)

ANEXO F, datos de la ruta mixta

[https://drive.google.com/file/d/1v93fkemeUIVziPUhctatKD0cHHiRPbwB/view?usp=drive_li
nk](https://drive.google.com/file/d/1v93fkemeUIVziPUhctatKD0cHHiRPbwB/view?usp=drive_li
nk)

ANEXO G, datos de la ruta rural

[https://drive.google.com/file/d/1o-
csoH8EvJ_ka0c0rzfaW62h8N0DmYvZ/view?usp=drive_link](https://drive.google.com/file/d/1o-
csoH8EvJ_ka0c0rzfaW62h8N0DmYvZ/view?usp=drive_link)

ANEXO H, datos de la ruta circuito

https://drive.google.com/file/d/1s6fUf9fxkTRrCAbnfkzjG_7XperU4JK/view?usp=drive_link