



E1.1.- Definición y Desarrollo de IBV iMoLab.

IBV - 2023

Proyecto ejecutado por:



Con la financiación de:



Cofinanciado por
la Unión Europea

Índice

01_ Introducción	2
02_ Identificación de requisitos	3
03_ Definición conceptual	9
04_ Diseño de detalle	11
05_ Implementación IBV iMoLab	13

01.- Introducción

El presente documento describe el proceso de desarrollo del laboratorio IBV de la red distribuida iMoLab. Este laboratorio, que recibe el nombre de *IBV iMoLab*, se plantea como una instalación centrada en la determinación del estado emocional del usuario-pasajero, al emplear las nuevas tecnologías y servicios de conducción autónoma y conectada.

El laboratorio se equipará con un kit de instrumentación requerido para la monitorización del estado físico, mental y emocional (señales fisiológicas, análisis térmico de los usuarios, tracking postura, cansancio, estrés, entre otros) de uno o varios pasajeros; así como el registro de la telemetría del vehículo (aceleraciones, frenadas, cambios de dirección, nivel de vibración, a falta de identificar otras variables físicas relevantes) que caracterizan la ruta seguida, utilizando dispositivos comerciales y/o desarrollados en el IBV.

La primera parte del documento aborda la definición de especificaciones y equipamientos (dispositivos de monitorización y registro), que el laboratorio debe integrar para cubrir el objetivo planteado.

Seguidamente el documento aborda la definición de un diseño conceptual que, integrando los diferentes equipamientos identificados, se ajuste al concepto de *kit de instrumentación* para monitorizar y registrar el estado físico y mental del usuario. Este diseño conceptual, que se presenta en forma de boceto digital, ha facilitado el proceso de evaluación y validación del concepto, que precede al inicio de la fase de diseño de detalle.

El abordaje de un diseño de detalle, que incluye los dispositivos comerciales de monitorización y registro adquiridos, ha facilitado la construcción de un laboratorio prototipo, que se ha empleado en la realización de un *estudio de viabilidad* del laboratorio *IBV iMoLab*.

02.- Identificación de requisitos

IBV iMoLab nos debe permitir caracterizar y evaluar a diversos perfiles de usuarios en su nivel de aceptación de las tecnologías autónomas, así como su inclusión en los nuevos recursos de transporte.

Para alcanzar este objetivo, es de esperar que la instalación generada sea flexible (*Figura 1*), con el fin de ser empleada en diversos vehículos (preferentemente vehículos de transporte de pasajeros de tamaño pequeño y medio), en diferentes condiciones de uso, que reproduzcan desde servicios de movilidad compartida y cooperativa, hasta desplazamientos en vehículo autónomo personal.

Necesidades Demostrador

- **Determinar estado emocional del usuario-pasajero**
 - Posibilidad de evaluar conceptos o sistemas en los que el usuario-pasajero es importante.
- **Caracterizar y evaluar diversos perfiles de usuario.**
 - Nivel de aceptación de las tecnologías autónomas.
 - Inclusión en los nuevos recursos de transporte.
- **Flexibilidad**
 - Diversos vehículos (pasajeros mediano/pequeño)
 - Capacidad de reproducir servicios de movilidad compartida y cooperativa hasta desplazamientos autónomos.



Figura 1: Necesidades asociadas al demostrador de IBV iMoLab

Esta instalación, que formará parte de la red de laboratorios distribuida IITT iMoLab, se plantea a partir del desarrollo de un kit (o laboratorio) portátil para determinar el estado emocional del usuario-pasajero, al emplear las nuevas tecnologías y servicios de conducción autónoma y conectada. Este kit ha de ser de fácil instalación y generar las medidas suficientes para poder caracterizar y evaluar a diversos perfiles de usuarios en su nivel de aceptación de las tecnologías autónomas, así como su inclusión en los nuevos recursos de transporte.

¿Cómo lo haremos?



- **Determinar estado emocional del usuario-pasajero**
 - Lectura de señales fisiológicas en tiempo real.
 - Monitorización mirada y gestos usuario-pasajero.
- **Caracterizar y evaluar diversos perfiles de usuario.**
 - Monitorización y análisis datos telemetría.
 - Conducción manual
 - Cuestionarios subjetivos.
- **Flexibilidad**
 - Kit de medición de fácil instalación y retirada de los vehículos portátil.

Figura 2: Características del kit de coche instrumentado

El kit de instrumentación incluirá dispositivos para la monitorización del estado físico, mental y emocional, que incluye el registro de señales fisiológicas, análisis térmico de los usuarios, tracking de la postura, nivel de cansancio, o nivel de estrés, entre otros. Del mismo modo, el registro de la telemetría del vehículo (aceleraciones, frenadas, cambios de dirección, nivel de vibración, a falta de identificar otras variables físicas relevantes) que caracterizan la ruta seguida, utilizando dispositivos comerciales y/o desarrollados en el IBV, también deberán forma parte de la instrumentación del laboratorio.

En concreto, los dispositivos que deben formar parte de la instrumentación del laboratorio son:

- **Pulsera de monitorización de señales fisiológicas (Figura 3).** Esta pulsera permitirá registrar en condiciones de tiempo real distintos parámetros, entre los que se encuentran:
 - *Blood Volume Pulse*, para obtener el ritmo cardiaco y su variabilidad.
 - *Skin Conductance*, determinando así la actividad electro dérmica.
 - *Infrared Thermopile sensors*, midiendo la temperatura periférica de la piel.



Figura 3: Modelo de pulsera de monitorización de señales fisiológicas.

Esta pulsera se incorporará en el kit, para que el usuario se la pueda poner y quitar fácilmente y guardarla de nuevo. Los datos medidos por la pulsera se podrán analizar posteriormente por nuestro equipo experto.



Figura 4: Modelo de cámara de análisis facial

- **Cámaras visibles de análisis facial (Figura 4).**
 - Sistema de grabación y análisis facial que detecta la orientación de la cara del usuario.
 - Cámaras visibles de alta resolución
 - Programa en Raspberry Pi, donde se identifican los ángulos en tiempo real con las imágenes obtenidas.

- Mediante los ángulos de la cara podemos estimar hacia donde está dirigida la mirada en el entorno del usuario

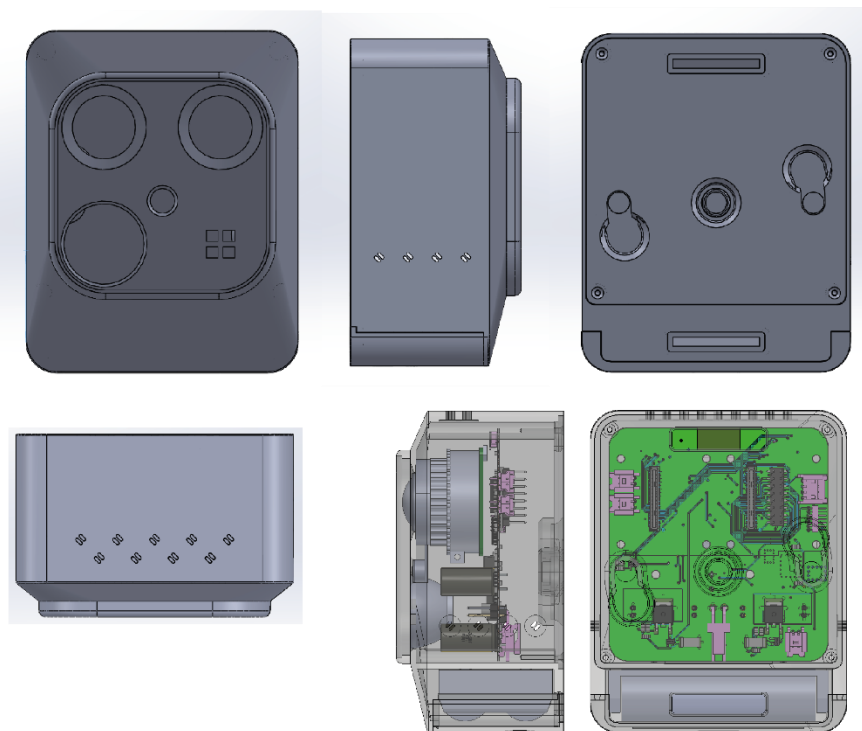


Figura 5: Sistema de registro no invasivo WISE

- **Sistema de registro de variables fisiológicas WISE (Figura 5).** Este sistema permitirá registrar de manera no invasiva variables fisiológicas asociadas a la respuesta emocional del usuario, tales como la presión arterial.
- **Cámaras 360 grados para registro del entorno del vehículo (Figura 6).** Con esta cámara, situada en el exterior del vehículo, se podrá grabar todo el entorno del vehículo. De esta manera, todas las medidas faciales y fisiológicas se podrán asociar a todo lo que sucede en el entorno del usuario mientras conduce, o es transportado por un vehículo autónomo. Las imágenes se almacenan y pueden ser posteriormente comparadas con las demás señales, debido al proceso de sincronización que gestiona la adquisición de datos.



Figura 6: Modelo de cámara de registro exterior 360°



a



b



c

Figura 7: Modelos de sensores del vehículo y datalogger para el registro de variables de conducción

- **Sensores del vehículo & datalogger (Figura 7).** Estos dispositivos permiten adquirir y registrar los datos de conducción del vehículo más relevantes. Se puede comparar posteriormente con los datos fisiológicos registrados y las imágenes grabadas.
 - Sensores inerciales de detección de aceleraciones lineales (3 ejes, *Figura 7a*). Con estos pequeños sensores podemos medir de manera constante la aceleración del vehículo en los tres ejes, detectando así virajes, acelerones, frenadas...
 - Sensor de giro de volante digital (*Figura 7b*). Con el sensor de giro de volante, podemos tener también registradas como reacciona el usuario a distintos eventos en la conducción. Hay que valorar la facilidad de montaje y desmontaje del sensor a la hora de adquirir un modelo específico.
 - Datalogger en el que registrar las medidas de los sensores del vehículo (*Figura 7c*). Estas medidas procesadas pueden ser, posteriormente, registradas en el ordenador donde se guardan y procesan las demás medidas del kit.

03.- Definición conceptual

A partir de la descripción de la instalación presentada en el apartado anterior, y considerando esta descripción como una recopilación de requisitos, el equipo del proyecto se reúne con el equipo de diseño para lanzar el diseño conceptual de *IBV iMoLab*.

Se solicita al equipo de diseño que genere hasta un máximo de dos bocetos digitales, para el caso de que considere que existe más de un concepto que cubra la instalación descrita en el apartado anterior. Esta instalación podría ser descrita como *coche instrumentado* o *kit de instrumentación portátil*. En principio los bocetos deberían mostrar el interior de un vehículo actual, presentando la ubicación de los diversos instrumentos incluidos en el kit.

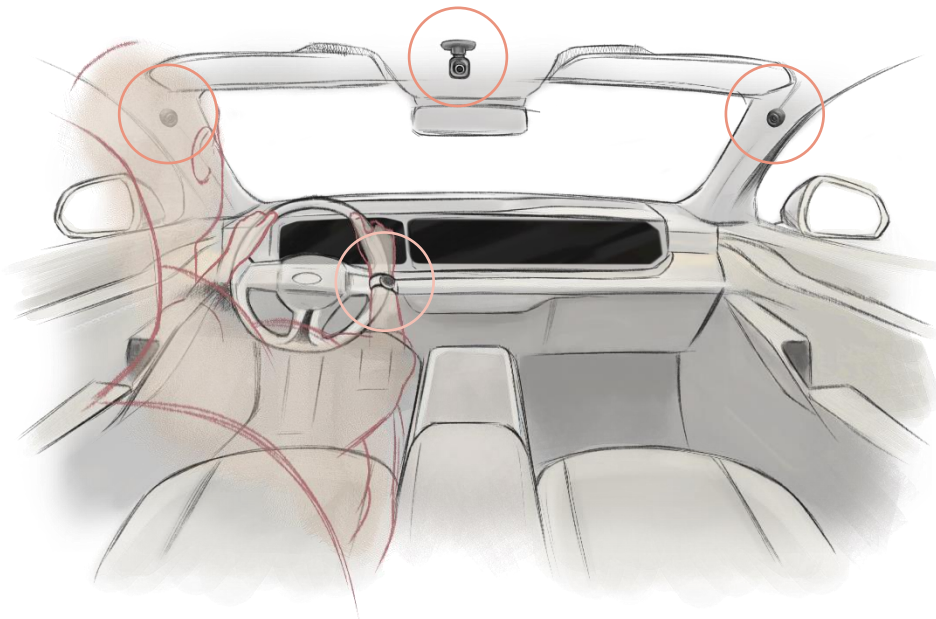


Figura 8: Boceto digital que muestra la ubicación de los diversos dispositivos del sistema

La *Figura 8* muestra un primer boceto generado por el equipo de diseño para representar los dispositivos de registro de *IBV iMoLab*. El concepto que guió la generación del boceto fue la instalación de un kit que fuera mínimamente invasivo, con el fin de que la instalación de estos dispositivos generara un impacto mínimo en la conducta del usuario-pasajero.

En referencia al datalogger, que permite registrar variables de conducción del vehículo, este se instala en el puerto OBD¹ que montan los vehículos actuales. Este puerto permite acceder a los registros de los diversos sensores que incluye el motor, y que se almacenan en la centralita electrónica de vehículo (ECU²). El datalogger se comunica con la centralita, y a través de su software de control es posible pueden seleccionar aquellas variables que se requiere registrar, de entre las disponibles por la electrónica del vehículo.

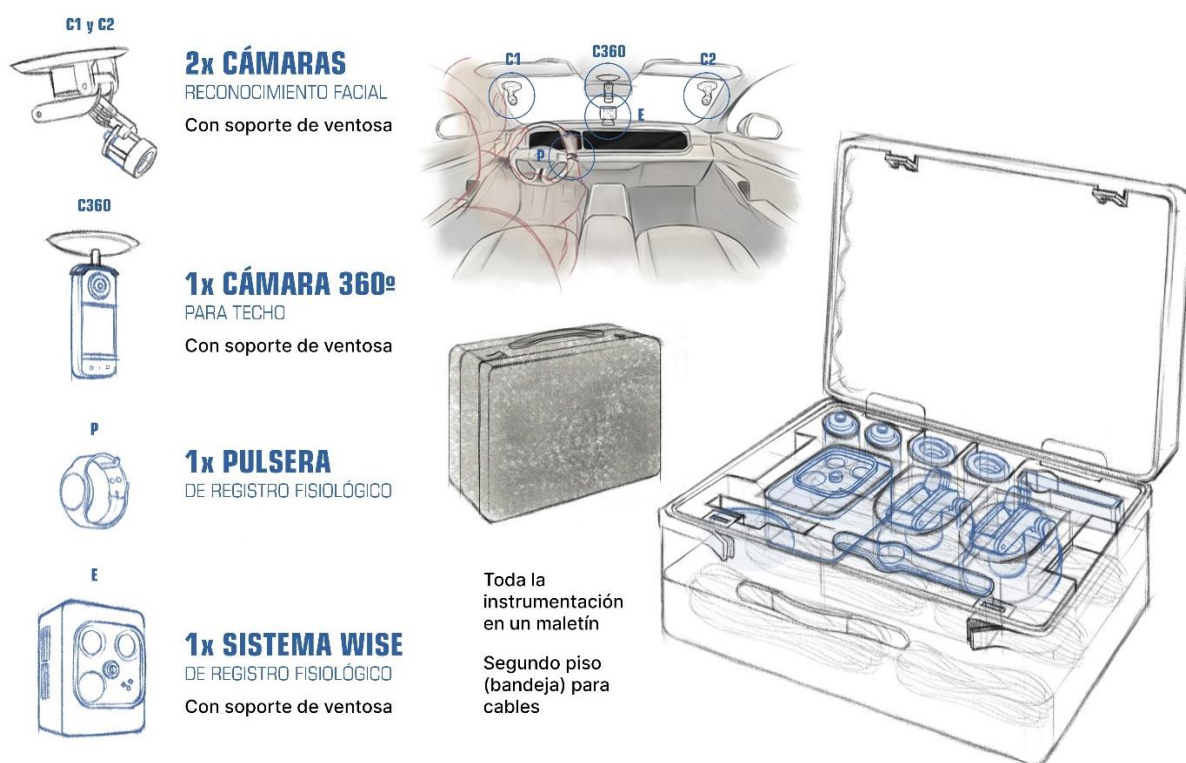


Figura 9: Boceto digital revisado, incluyendo listado de dispositivos y caja de instrumentación.

La revisión del boceto por parte del equipo del proyecto, identificó un conjunto de propuestas de mejora, las cuales eran:

- Listar los dispositivos a incluir en el kit instrumentación, identificando su posicionamiento en el vehículo (luna delantera, pilar A o panel de instrumentos).

¹ <https://es.wikipedia.org/wiki/OBD>

² https://es.wikipedia.org/wiki/Centralita_electr%C3%B3nica

- Incluir en el boceto una breve descripción de los dispositivos incluidos en el kit de instrumentación.
- Destacar el carácter portátil del kit de instrumentación mediante la inclusión en el boceto de un maletín para almacenar y transportar todos los dispositivos, incluyendo tanto instrumentos de registro como los soportes.

La *Figura 9* presenta el boceto final generado para ilustrar el diseño conceptual de *IBV iMoLab*.

04.- Diseño de detalle IBV iMoLab

A partir de los bocetos presentados en la *Figura 8* y la *Figura 9* se generaron diseños de detalle, tanto de los componentes que se requieren para la sujeción de las cámaras, como del plano de conjunto del montaje de los dispositivos en el interior del vehículo. La *Figura 10* muestra el plano de montaje de los componentes del sistema IBV iMoLab.

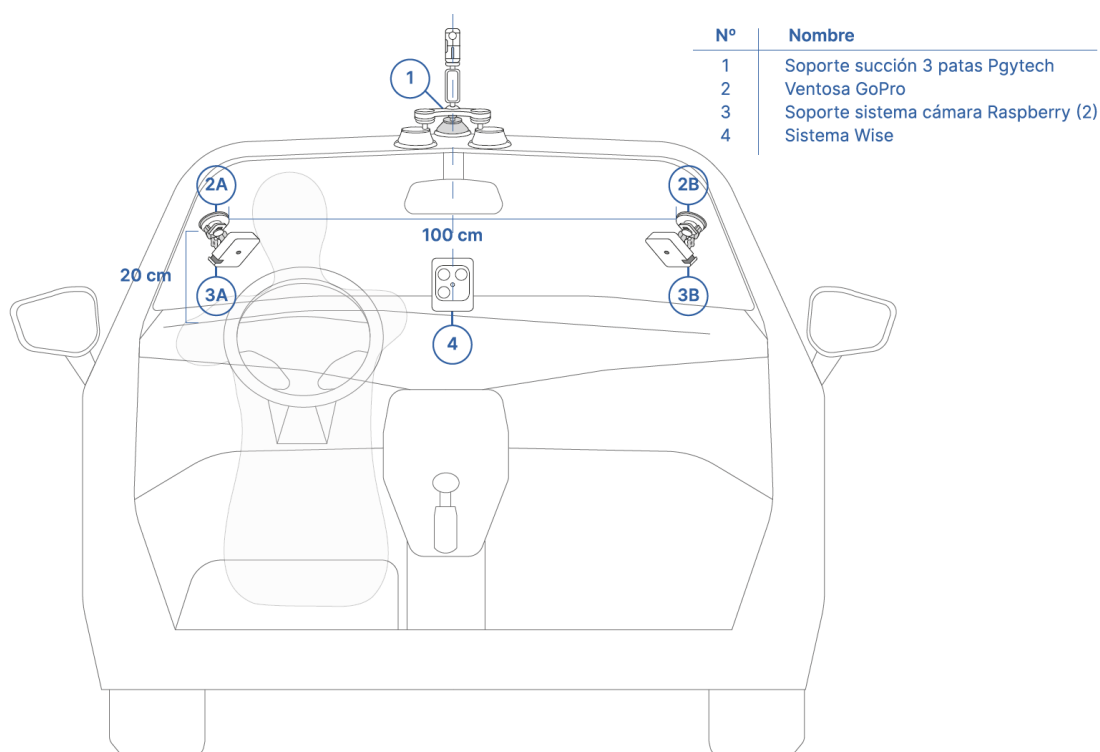


Figura 10: Plano de conjunto del montaje de los dispositivos de registro en el interior del vehículo.

Del mismo modo, el plano mostrado en la *Figura 10* incluye los componentes comerciales y las piezas soporte diseñadas montar las cámaras de reconocimiento facial.



Figura 11: Soportes de ventosa comerciales.

05.- Implementación IBV iMoLab

La última fase del desarrollo de *IBV iMoLab* ha consistido en el ensamblaje de los componentes y su implementación en vehículo real, como paso previo a la realización de los estudios de viabilidad.



Figura 13: Cámara y placa de control montada con la caja y el soporte de ventosa.

Las *Figura 13* y *Figura 14* nos muestran los componentes de los soportes fabricados y montados, así como las pruebas de fijación mediante las ventosas.

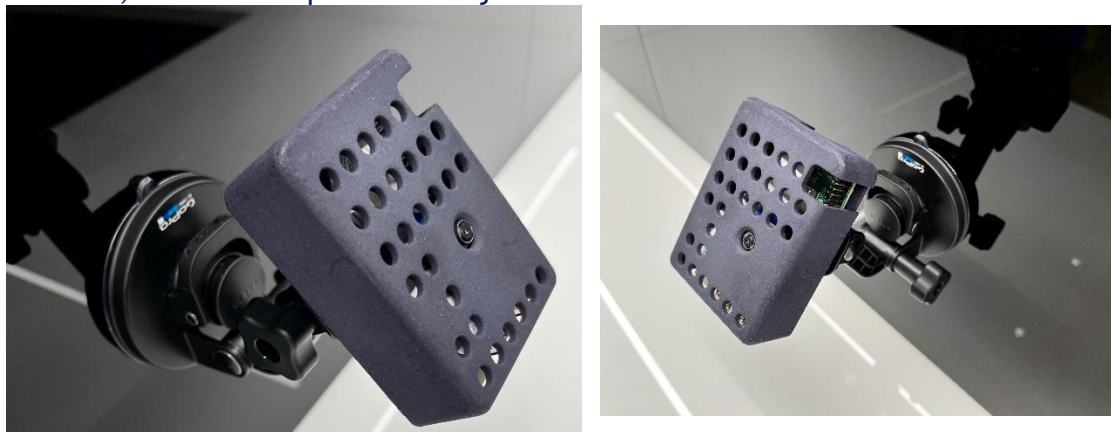


Figura 14: Imagen de los soportes de las cámaras montadas y fijadas mediante ventosa comercial.

Por otro lado, la *Figura 15* nos muestra el sistema *IBV iMoLab* montado en un vehículo real, durante las pruebas de implementación y validación del sistema. La realización de estas pruebas permitió realizar comprobaciones y ajustes en los componentes, con el fin de poner a punto el dispositivo de registro del coche instrumentado.

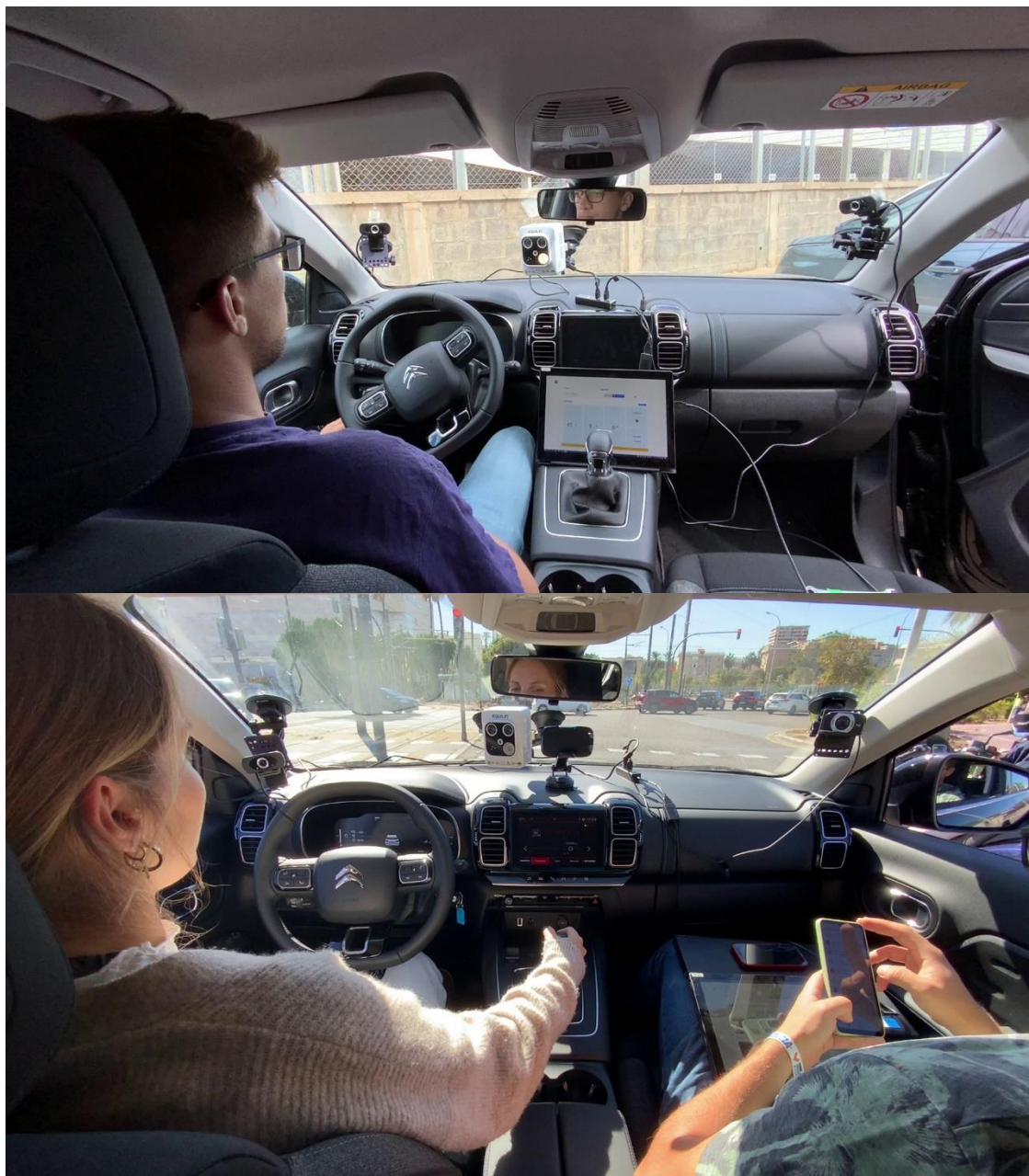


Figura 15: Imagen del sistema IBV iMoLab implementado en el vehículo.



www.imolab.com

Proyecto ejecutado por:



Con la financiación de:

