iMOLAB

E2.1.- Definición y Diseño de Virtual iMoLab.

IBV - 2023

Proyecto ejecutado por:

Proyecto ejecutado por:

Con la financiación de:

Con la financiación de:

iMOLAB

Índice

01_ Introducción 2

02_ Identificación de necesidades 3

03_ Definición conceptual 18

04_ Diseño de detalle 24

05_ Implementación del demostrador 26

Proyecto ejecutado por:

Con la financiación de:

Cofinanciado por la Unión Europea

01.- Introducción

El presente documento describe el proceso de desarrollo del laboratorio de simulación del proyecto *iMoLab*. Este laboratorio, que recibe el nombre de *Virtual iMoLab*, se plantea como una instalación que debe cubrir las necesidades de simulación de los centros tecnológicos que forman parte del consorcio iMoLab, en sus procesos de desarrollo de productos y servicios.

De este modo, a lo largo del documento se presenta el diseño conceptual de un laboratorio para la simulación digital de nuevas soluciones y servicios en un entorno virtual, donde confluyan todas las capacidades asociadas a la nueva movilidad. El laboratorio, ubicado en las instalaciones de IBV, incluirá tecnología de VR, AR y de proyección inmersiva, tecnologías de tracking y visualización de entornos proyectados.

La primera parte del documento aborda la definición de necesidades, requisitos y equipamientos, que el laboratorio debe integrar para cubrir el objetivo planteado. Esta recopilación de necesidades se ha realizado mediante la cumplimentación de un cuestionario DELPHI.

Seguidamente el documento presenta la definición de un diseño conceptual que, integrando los diferentes equipamientos identificados, se ajuste al conjunto de atributos, recursos y usos asociados a Virtual iMoLab. 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 que formarán parte del *estudio de viabilidad* del laboratorio *IBV iMoLab*, ha permitido cerrar los trabajos asociados al segundo paquete de trabajo del proyecto.

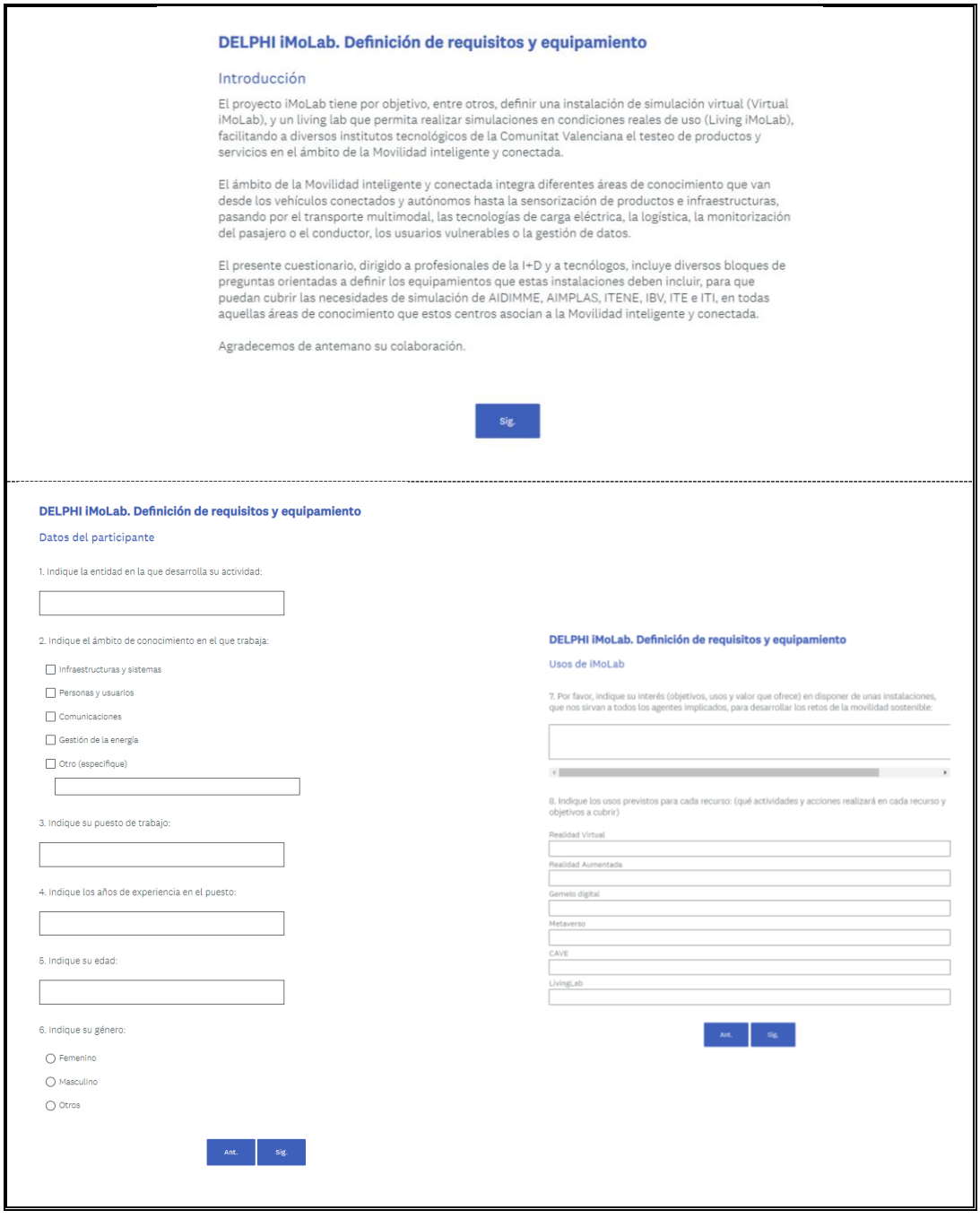
Proyecto ejecutado por:

Con la financiación de:

Cofinanciado por la Unión Europea

02.- Identificación de necesidades

Dado que la recopilación de necesidades asociadas a *Virtual iMoLab* debía incluir las diversas visiones que tenían todos los IITTs participantes en el proyecto, se planteó la preparación de un cuestionario DELPHI. Este cuestionario (*Tabla 1*) se generó a partir de una revisión bibliográfica de las principales tecnologías de simulación disponibles en la actualidad, y en él también se incluían los intereses de los centros en el ámbito de la movilidad, incluidos en la memoria del proyecto.



DELPHI iMoLab. Definición de requisitos y equipamiento

Introducción

El proyecto iMoLab tiene por objetivo, entre otros, definir una instalación de simulación virtual (Virtual iMoLab), y un living lab que permita realizar simulaciones en condiciones reales de uso (Living iMoLab), facilitando a diversos institutos tecnológicos de la Comunitat Valenciana el testeo de productos y servicios en el ámbito de la Movilidad inteligente y conectada.

El ámbito de la Movilidad inteligente y conectada integra diferentes áreas de conocimiento que van desde los vehículos conectados y autónomos hasta la sensorización de productos e infraestructuras, pasando por el transporte multimodal, las tecnologías de carga eléctrica, la logística, la monitorización del pasajero o el conductor, los usuarios vulnerables o la gestión de datos.

El presente cuestionario, dirigido a profesionales de la I+D y a tecnólogos, incluye diversos bloques de preguntas orientadas a definir los equipamientos que estas instalaciones deben incluir, para que puedan cubrir las necesidades de simulación de AIDIMME, AIMPLAS, ITENE, IBV, ITE e ITI, en todas aquellas áreas de conocimiento que estos centros asocian a la Movilidad inteligente y conectada.

Agradecemos de antemano su colaboración.

Sig.

DELPHI iMoLab. Definición de requisitos y equipamiento

Datos del participante

1. Indique la entidad en la que desarrolla su actividad:

2. Indique el ámbito de conocimiento en el que trabaja:

- Infraestructuras y sistemas
- Personas y usuarios
- Comunicaciones
- Gestión de la energía
- Otro (especifique)

3. Indique su puesto de trabajo:

4. Indique los años de experiencia en el puesto:

5. Indique su edad:

6. Indique su género:

- Femenino
- Masculino
- Otros

Ant. Sig.

DELPHI iMoLab. Definición de requisitos y equipamiento

Usos de iMoLab

7. Por favor, indique su interés (objetivos, usos y valor que ofrece) en disponer de unas instalaciones, que nos sirvan a todos los agentes implicados, para desarrollar los retos de la movilidad sostenible:

8. Indique los usos previstos para cada recurso: (qué actividades y acciones realizará en cada recurso y objetivos a cubrir)

Realidad Virtual

Realidad Aumentada

Gemelo digital

Metaverso

CAVE

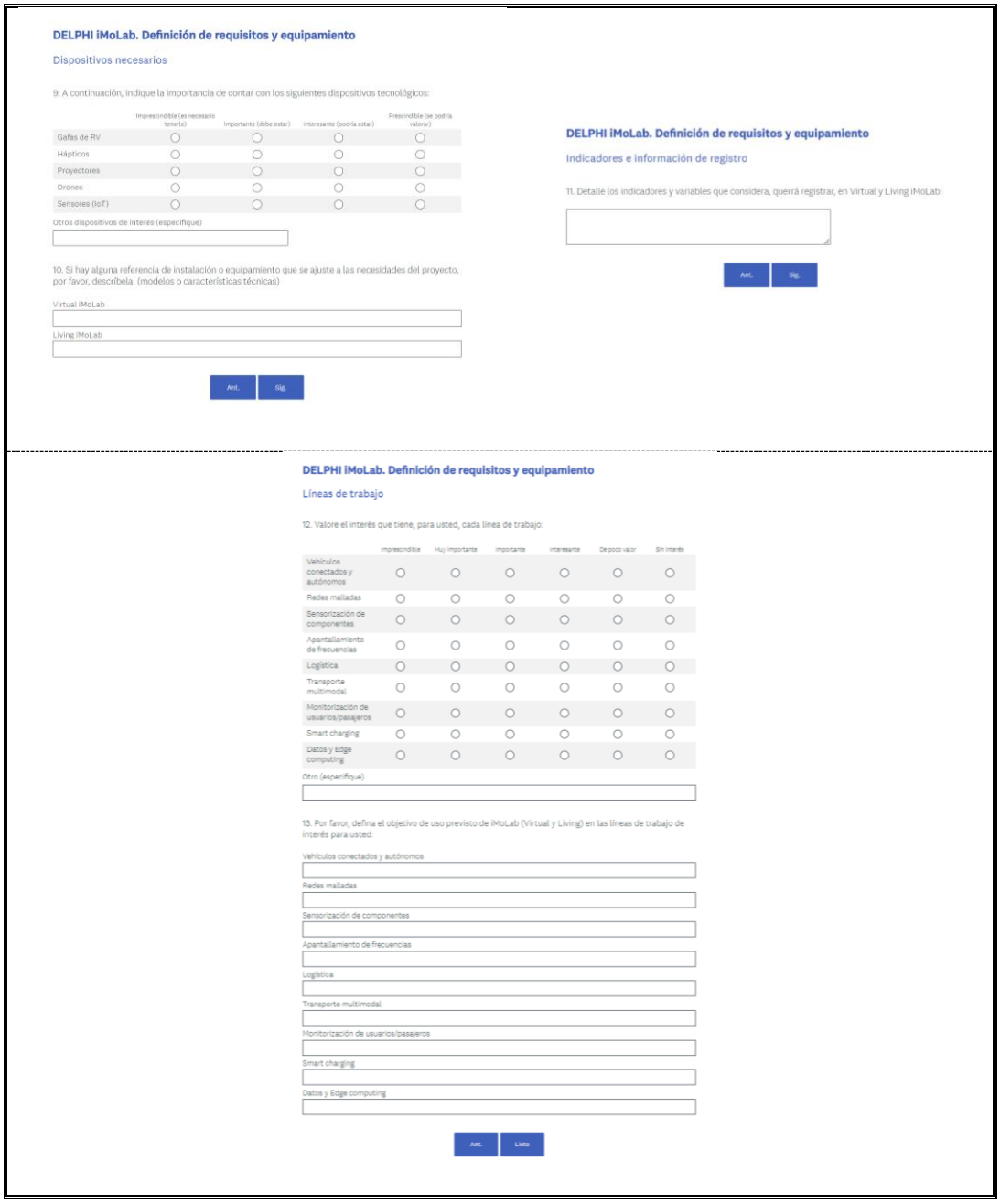
LivingLab

Ant. Sig.

Proyecto ejecutado por:

Con la financiación de:

Cofinanciado por la Unión Europea



DELPHI iMoLab. Definición de requisitos y equipamiento

Dispositivos necesarios

9. A continuación, indique la importancia de contar con los siguientes dispositivos tecnológicos:

	Imprescindible (es necesario tenerlo)	Importante (debe estar)	Interesante (podría estar)	Prescindible (se podría valorar)
Gafas de RV	○	○	○	○
Hápticos	○	○	○	○
Proyectores	○	○	○	○
Drones	○	○	○	○
Sensores (IoT)	○	○	○	○

Otros dispositivos de interés (especifique)

10. Si hay alguna referencia de instalación o equipamiento que se ajuste a las necesidades del proyecto, por favor, descríbela: (modelos o características técnicas)

Virtual iMoLab

Living iMoLab

Ant. Sig.

DELPHI iMoLab. Definición de requisitos y equipamiento

Indicadores e información de registro

11. Detalle los indicadores y variables que considera, querrá registrar, en Virtual y Living iMoLab:

Ant. Sig.

DELPHI iMoLab. Definición de requisitos y equipamiento

Líneas de trabajo

12. Valore el interés que tiene, para usted, cada línea de trabajo:

	Imprescindible	Muy importante	Importante	Interesante	De poco valor	Sin interés
Vehículos conectados y autónomos	○	○	○	○	○	○
Redes malladas	○	○	○	○	○	○
Sensorización de componentes	○	○	○	○	○	○
Apantallamiento de frecuencias	○	○	○	○	○	○
Logística	○	○	○	○	○	○
Transporte multimodal	○	○	○	○	○	○
Monitorización de usuarios/pasajeros	○	○	○	○	○	○
Smart charging	○	○	○	○	○	○
Datos y Edge computing	○	○	○	○	○	○

Otro (especifique)

13. Por favor, defina el objetivo de uso previsto de iMoLab (Virtual y Living) en las líneas de trabajo de interés para usted:

Vehículos conectados y autónomos

Redes malladas

Sensorización de componentes

Apantallamiento de frecuencias

Logística

Transporte multimodal

Monitorización de usuarios/pasajeros

Smart charging

Datos y Edge computing

Ant. Listo

Tabla 1: Cuestionario Delphi para la definición de requisitos de Living iMoLab

El cuestionario se alojó en una plataforma online (SurveyMonkey[1]), de modo que todos los centros pudieran acceder a la misma para cumplimentarla.

[1] https://es.research.net/r/DELPHIiMoLab

Proyecto ejecutado por:

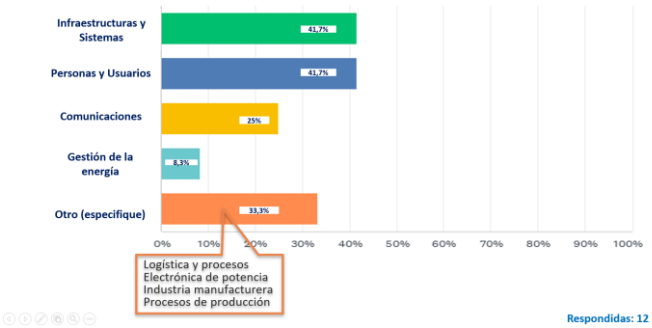
Con la financiación de:

Cofinanciado por la Unión Europea

Introducción

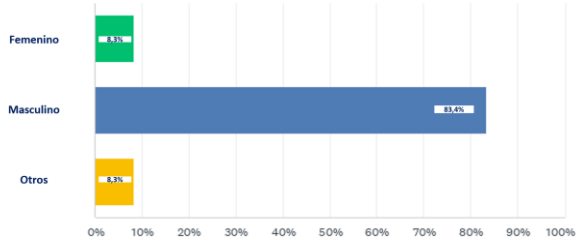
- Este documento presenta los resultados obtenidos en el cuestionario DELPHI distribuido entre los socios del proyecto iMoLab, en octubre de 2022.
- El cuestionario tuvo por objetivo, identificar las necesidades y expectativas de los miembros del consorcio, en relación a la definición de una instalación de simulación de *movilidad inteligente y conectada* (*Virtual iMoLab*), así como de una instalación para testear productos y servicios en condiciones reales de uso (*Living iMoLab*).
- El cuestionario fue respondido por un total de 12 personas, contribuyendo todos los miembros del consorcio con al menos una respuesta.
- Los resultados del cuestionario conforman la fase de sensibilización para la realización de una sesión de co-creación presencial en noviembre de 2022.

P2: Ámbito de conocimiento de los participantes



Respondidas: 12 Omitidas: 0

P6: Género de los participantes



Respondidas: 12 Omitidas: 0

P7: Interés (objetivos, usos y valor que ofrece) en unas instalaciones, para desarrollar los retos de la movilidad sostenible (i)

Entorno para **simular, testar y validar** (IIIIII) **nuevos desarrollos (tecnologías, productos, servicios y entornos)** (IIIIII) en el ámbito **de la movilidad sostenible** (III), que se integre **con tecnologías** (III) y **con requisitos de la aplicación real** (IIII), y que por tanto, **permita incrementar el TRL** (II) de las investigaciones

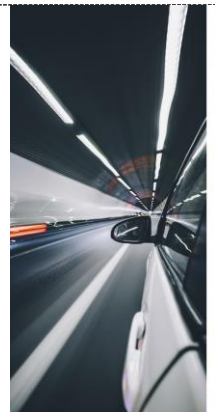
Entorno para la **definición, conceptualización, diseño y desarrollo de sistemas inteligentes de transporte** (IIIIII), centrados en el uso de la **electromovilidad** y la **conducción autónoma, en operativas urbanas y periurbanas** (III), **con dispositivos de monitorización y control** (III) **(para el movimiento de personas, distribución de mercancías, recogida de residuos…**(III))

Respondidas: 11 Omitidas: 1

P7: Interés (objetivos, usos y valor que ofrece) en unas instalaciones, para desarrollar los retos de la movilidad sostenible (ii)

- **Modelos operativos integrados y optimizados** (II) (rendimientos, seguridad, emisiones) en **entornos controlados y relevantes** (II)
- **Elementos de recarga inteligente** (II)
- **Materiales ligeros, con sensórica integrada**, adecuados **para la movilidad eléctrica, autónoma y conectada** (II)
- **Viabilidad de distintas alternativas tecnológicas** que contribuyan a mejorar la **calidad de vida de los usuarios** y **aumentar la descarbonización** de los desplazamientos
- **Prueba de soluciones industriales**, relacionadas con la **seguridad de las personas y del propio vehículo**
- **Interacción y respuesta de los usuarios**
- **Disponer de estos entornos y sus herramientas de forma común** (II) **permitirá mejorar, no depender de agentes externos** o la adquisición de material específico por parte de una única entidad, **disponer de mayor variedad de casos de uso** y de sistemas para integrar, y **alcanzar a un mayor número de fabricantes y empresas** (II) del sector de la Smart City interesados en aportar requisitos o comprobar los resultados

Respondidas: 11 Omitidas: 1



P8: Usos previstos para cada recurso (actividades y acciones) (i)

REALIDAD VIRTUAL Respondidas: 9 Omitidas: 3

- **Visualización** del **estado de un vehículo**
- **Validación** inicial de los **diseños conceptuales** (operativas de transporte y logística urbana)
- Modelo de **realidad virtual** del laboratorio de **Smart Charging**
- Estudio y **análisis de parámetros** para toma de decisiones
- Interpretación más adecuada de la situación e **interacción del usuario** (II) **y los ecosistemas**. Desde la ideación.
- Capacidad de **simular un entorno real y complejo** (II) para la prueba de los desarrollos efectuados
- **Validar aplicaciones** más complejas **en un entorno simulado y seguro** (como conducción condicionada por agentes externos, señales o elementos de la vía "conectados")

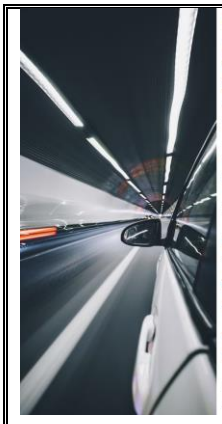
REALIDAD AUMENTADA Respondidas: 7 Omitidas: 5

- **Visualización** del **estado de un vehículo**
- **Validación** inicial de los **diseños conceptuales en espacios físicos**
- Estudio y **análisis de parámetros** para toma de decisiones
- Proporción y complemento de **información sobre el uso de las herramientas**
- **Superponer información digital sobre un escenario real** para mostrar datos, valores o información del experimento, mostrar información que se genera en objetos de la vía pública y conocer el estado de los sistemas
- **Modificar capas de interacción o visualización** de la información en elementos existentes o en desarrollo

Proyecto ejecutado por:

Con la financiación de:

Cofinanciado por la Unión Europea



P8: Usos previstos para cada recurso (actividades y acciones) (ii)

GEMELO DIGITAL — Respondidas: 9 Omitidas: 3

- **Visualización de datos** del proceso de transporte y **simulación de escenarios**
- **Simulación de nuevas operativas** tras experiencias testadas en entorno real
- Gemelo digital del **Smart Charging**
- **Modelado y simulación de sistemas**
- **Simulaciones** (II) de las diferentes **opciones de diseño** (materiales, condiciones de funcionamiento, rediseños, diferentes subsistemas, etc.), **para el análisis** y depuración **de los desarrollos efectuados**
- Disponer de un **modelo de la infraestructura viaria para simular escenarios distintos** y obtener distintos objetivos como optimización de tráfico, de señalética, gestión inteligente de señales de tráfico…
- **Analizar la usabilidad** de elementos a integrar
- Tecnologías para **caracterizar** de forma global **a los usuarios**

METAVERSO — Respondidas: 6 Omitidas: 6

- **Identificación y validación de necesidades y requisitos** (II), de manera colaborativa, con diferentes perfiles de usuario y alcance internacional
- **Detección de mejoras** entre agentes implicados en el desarrollo
- **Eventos sociales** para implicar a la población o las empresas (**demostradores online**, presentaciones, **espacios de juego**…)
- Posibilidades de **integración de productos**. Determinar qué interés puede tener para las empresas
- **Profundizar en las réplicas de SIM city**, qué aplicaciones son de interés (sensibilización, training,…)

P8: Usos previstos para cada recurso (actividades y acciones) (iii)

LIVING LAB — Respondidas: 9 Omitidas: 3

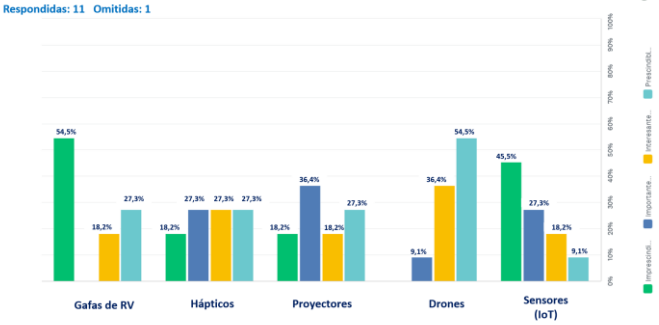
- **Recoger la experiencia y percepción subjetiva de usuarios reales** (II), para **identificación de necesidades y mejoras de las tecnologías y desarrollos actuales** (II), así como, **testeo y validación** de los desarrollos técnicos ejecutados **en entorno real** (II)
- **Demostrador conjunto** (II) de los IITT que participan en el proyecto, para pruebas de **prototipos con un TRL alto** (II)
- **Entorno real para analizar usabilidad de soluciones** de clientes **en TRL bajos**
- Desarrollo y **caracterización de materiales**
- Desarrollo de **dispositivos embebidos para** realización de pruebas de sistemas en **redes de comunicaciones**
- Valorar **casos de uso concretos** (estación multimodal) **y exportables a otros sectores** (salas de control, interacción con robots e IA)

CAVE — Respondidas: 6 Omitidas: 6

- **Validación inicial de los diseños conceptuales** (transporte y logística) **con interacción en tiempo real**
- Complemento a la **visualización de resultados**
- Aplicaciones similares a las de **Realidad Virtual** (II)
- **Escaso interés** (II), **preferible el uso de RV y RA** (II)

P9: Importancia de los siguientes dispositivos tecnológicos

Respondidas: 11 Omitidas: 1



P10: Referencia de instalación o equipamiento que se ajuste a las necesidades del proyecto (i)

LIVING iMoLab — Respondidas: 3 Omitidas: 9

- **Plataforma de simulación de transporte para seguridad de la carga**
- **Demostrador físico de Smart Charging**
- **Sistema de reconocimiento del conductor (eye tracking, pulseras, etc.) y la conducción**

VIRTUAL iMoLab — Respondidas: 3 Omitidas: 9

- **Modelo de Smart Charging**
- **Solo a modo de muestra (el simulador no ha de ser necesariamente un asiento de conducción, sino simular movimiento):** https://hispeedsim.com/index.php/simuladores-de-conduccion-con-movimiento/
- **Guantes hápticos, Gafas AR y VR**

P10: Referencia de instalación o equipamiento que se ajuste a las necesidades del proyecto (ii)

tecnalia Bizkaia — Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia — Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

¿Qué es Bizkaia Connected Corridor?

Colaboración Público-Privada

Corredor Living Lab – 1.200 km de carreteras (autopistas, autovías, comarcales, nacionales…) incluidos túneles, puentes y viaductos, taludes,

Competencias delegadas

Entorno de experimentación de Tecnologías – Demostrador para tecnologías del ámbito Físico y Digital

Movilidad e Infraestructuras

P11: Indicadores y variables de interés en Virtual y Living iMoLab

DEL VEHÍCULO O DESARROLLO

- **Tiempo de viaje / trayecto / parada** (III)
- **Coste** de transporte
- **Emisiones** del transporte
- **Capacidad de vehículo** usada
- **Parámetros de mantenimiento** del vehículo
- **Daños e incidencias en la carga** durante el transporte
- **Posición** del dispositivo
- **Velocidad** del dispositivo
- **Consumo y nivel de autonomía** disponible
- **Datos específicos** de la carga
- **Máximos desplazamientos** de los sistemas
- **Modos de vibración**
- **Esfuerzos** a los que quedan sometidos los elementos
- **Latencia** de las comunicaciones
- **Fiabilidad** de las comunicaciones
- **Rango o alcance** de las comunicaciones

DEL USUARIO

- **Usabilidad** de los sistemas (tiempo de aprendizaje, tiempo de reacción en cada opción, secuencias de uso, número de errores) (III)
- **Condiciones de uso** (Temperatura, sudor, suciedad, eventual afectación de los agentes ambientales, etc.).
- **Estado mental** usuario: carga mental, atención, y estado emocional.
- **Actitudes y comportamientos** frente a la tecnología, la electrificación y la automatización (II)
- **Ergonomía**
- Análisis de **actividad cerebral** (nivel de aceptación/rechazo de diseños)
- **Percepción** de reducción de accidentes, reducción de atascos, reducción del tiempo de trayectos, reducción de tiempos de aparcamiento, reducción de tiempos de parada, incremento de seguridad de viandantes y ciclistas…
- **Aceptación y aceptabilidad** (funcionalidad, facilidad de uso y satisfacción)
- **Nivel de stress**
- **Comprensión**
- **Nivel de riesgo** (accidente/atropello)

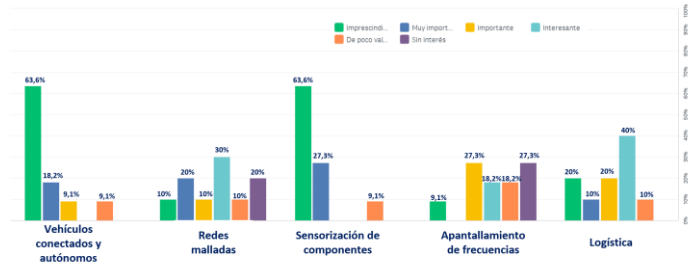
Respondidas: 9 Omitidas: 3

Proyecto ejecutado por: IBV Instituto de Biomecánica de Valencia · AIDIMME Instituto Tecnológico · AIMPLAS Instituto Tecnológico del Plástico · ITE · ITENE Centro Tecnológico · ITI Investigate to Innovate

Con la financiación de: Generalitat Valenciana · IVACE · Cofinanciado por la Unión Europea

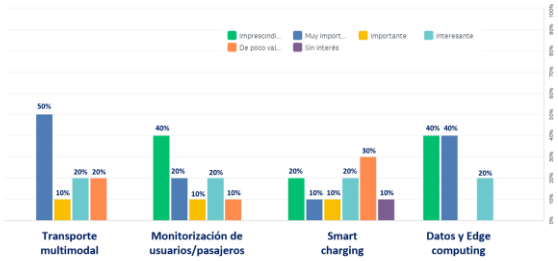
P12: Interés en cada línea de trabajo (i)

Respondidas: 11-10 Omitidas: 1-2



P12: Interés en cada línea de trabajo (ii)

Respondidas: 10 Omitidas: 2



P13: Objetivo de uso previsto de iMoLab (Virtual y Living) en las líneas de trabajo de interés (i)

VEHÍCULOS CONECTADOS Y AUTÓNOMOS

- Validación de dispositivos **hardware de IoT**
- Diseño, simulación y validación de **vehículos logísticos** con capacidad de **guiado, y semi-autónomos**
- **Recoger** la mayor cantidad de **datos** posible de los vehículos utilizados en el proyecto
- **Materiales radomo** para permitir la comunicación e integración de sensores de posición
- Validacion **hardware especifico de monitorizacion**
- Uso de tecnologías para mejorar la **experiencia y seguridad en la conducción**
- **Validar** en un entorno cercano al real la conectividad **V2X**
- Análisis de **DMS**, sistemas de **monitorización y aceptación de la tecnología**
- Transición **control L3 y L4; aceptación** coche; medir **estado del conductor**

Respondidas: 9 Omitidas: 3

REDES MALLADAS

- Importante para no perder **datos** ni cortar **comunicaciones**
- Validacion **hardware** especifico de **monitorizacion**
- Posible uso tecnológico para la propagación de la **conexión con un coste bajo**

Respondidas: 4 Omitidas: 8

P13: Objetivo de uso previsto de iMoLab (Virtual y Living) en las líneas de trabajo de interés (ii)

SENSORIZACIÓN DE COMPONENTES

- **Explotación y análisis de datos** (II)
- Validación de dispositivos **hardware de IoT**
- **Monitorización** del comportamiento de los **componentes**, incidencias y daños sufridos
- **Integración de sensores** en la estructura para mejorar la señal sin implicar aumento de peso del vehículo
- Validacion **hardware** especifico **de monitorizacion**
- Disponibilidad de una **plataforma de sensorización** que permita un análisis y **caracterización** relativamente rápido de cualquier **sistema físico**
- **Generación de información** para mejorar la respuesta y adaptabilidad de los desarrollos gracias a la mayor cantidad de datos capturados
- Testeo de **sensorización y conectividad de dispositivos** en entorno y distancias realistas.
- **Aportación de valor al usuario**.

Respondidas: 9 Omitidas: 3

APANTALLAMIENTO DE FRECUENCIAS

- Cumplimento de **normativa**
- **Acondicionamiento de señal**
- Modificación de **materiales para absorber radiación electromagnética** a las frecuencias deseadas (5G)
- Estudiar la **influencia de la estructuración superficial de los elementos apantallantes** en su efecto.

Respondidas: 5 Omitidas:7

P13: Objetivo de uso previsto de iMoLab (Virtual y Living) en las líneas de trabajo de interés (iii)

LOGÍSTICA

- Validación de herramientas **software de gestión de operaciones**
- **Análisis de operaciones y procesos logísticos** (rendimientos, sostenibilidad) conjuntamente con las tecnologías
- **Desarrollar algoritmia** que permita una organización óptima de los usos de el demostrador
- **Monitorizacion de mercancias** y almacén

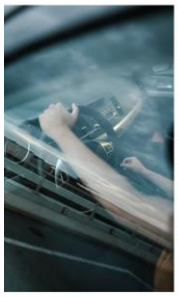
Respondidas: 4 Omitidas: 8

TRANSPORTE MULTIMODAL

- Validación de herramientas **software de gestión de operaciones**
- **Análisis de operaciones y procesos logísticos** (rendimientos, sostenibilidad) con las tecnologías y diferentes modos de transporte (marítimo, FFCC)
- **Combinar** distintos **tipos de movilidad eléctrica**
- **Estudio de la interacción** no solo entre el modo de uso de los diferentes materiales rodantes usados, sino entre ellos mismos. Ej: para subir bicis a trenes, sería conveniente poder hacer un análisis y desarrollo específico de volúmenes, anclajes, plegabilidad, etc.)
- Comprensión de la **multimodalidad**. Diseño de **intercambiadores y** mensajes en totems o en **aplicaciones móviles**

Respondidas: 5 Omitidas: 7

P13: Objetivo de uso previsto de iMoLab (Virtual y Living) en las líneas de trabajo de interés (iv)



MONITORIZACIÓN DE USUARIOS/PASAJEROS

- Seguimiento de la **interacción hombre-máquina** (HMI)
- Los **datos** recogidos **de los usuarios** de VE son muy importantes para el desarrollo de la inteligencia en la algoritmia
- Analizar la respuesta al **uso de los interfaces -logicos o físicos-** desarrollados)
- Al igual que la **sensorización** permite extraer mayor cantidad de datos
- Análisis del **comportamiento del usuario en vehículo compartido** (robotaxi)
- **Estado mental y comportamiento en tiempo real** sin contacto de los pasajeros/conductores

Respondidas: 6 Omitidas: 6

SMART CHARGING

- Impulso al despliegue de la **electromovilidad en operativas de transporte y logística urbana**
- Es necesario de cara a una **utilización óptima de la red** de cara a no sobrecargarla, **reducción de costes y emisiones**
- **Dificultades** del usuario **en el uso o comprensión de la información** del sistema

Respondidas: 3 Omitidas: 9

Proyecto ejecutado por:

IBV Instituto de Biomecánica de Valencia · AIDIMME Instituto Tecnológico · AIMPLAS Instituto Tecnológico del Plástico · ITE · ITENE Centro Tecnológico · ITI Investigate to Innovate

Con la financiación de:

Generalitat Valenciana · IVACE · Cofinanciado por la Unión Europea

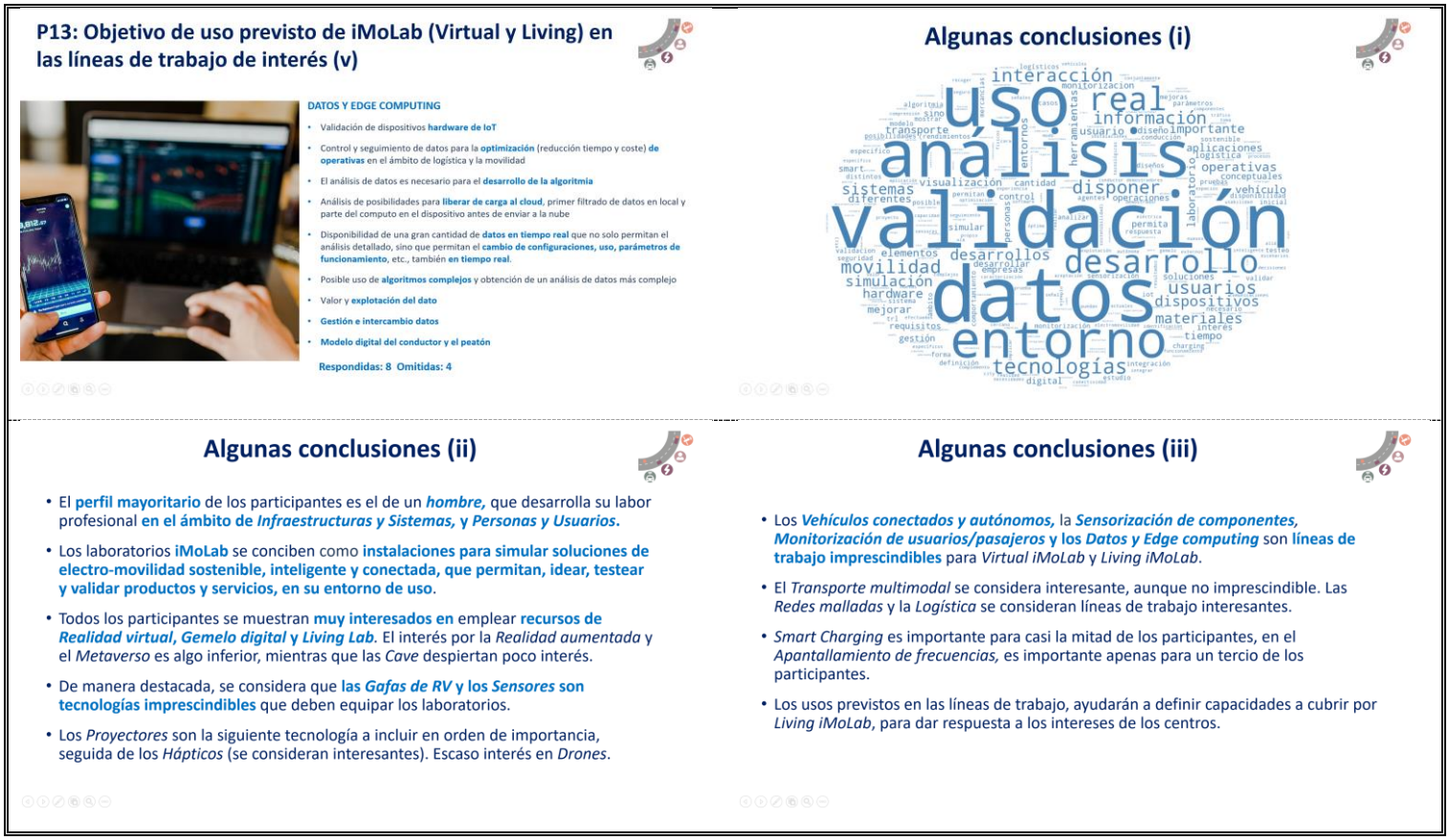


Tabla 2: Resultados del cuestionario DELPHI para la recopilación de requisitos Virtual iMoLab

La *Tabla 2* muestra los resultados obtenidos en el cuestionario DELPHI. Estos resultados fueron empleados como contenido de sensibilización, para una sesión de co-creación que se celebró en las instalaciones del IBV en Noviembre de 2022.

Figura 1: Asistentes a la sesión de co-creación de Virtual iMoLab

Proyecto ejecutado por:

Con la financiación de:

Cofinanciado por la Unión Europea

La sesión contó con la participación de representantes de todos los IITTS miembros de consorcio (*Figura 1*), así como de empresas colaboradoras (ETRA, FORVIA, V2C, Grupo Simetria y Abervian). Después de la introducción de la jornada, en que los IITTs presentaron sus intereses de simulación en el ámbito de la movilidad, los asistentes fueron distribuidos en tres mesas de trabajo. Aunque inicialmente cada mesa debía trabajar en uno de los retos mostrados en la (*Figura 2*), finalmente se dedicaron dos mesas al *Reto 1*, dado el interés que despertaba entre la mayor parte de los asistentes. Los *Reto 2* y *Reto 3* se fusionaron y fueron abordados por la tercera mesa.

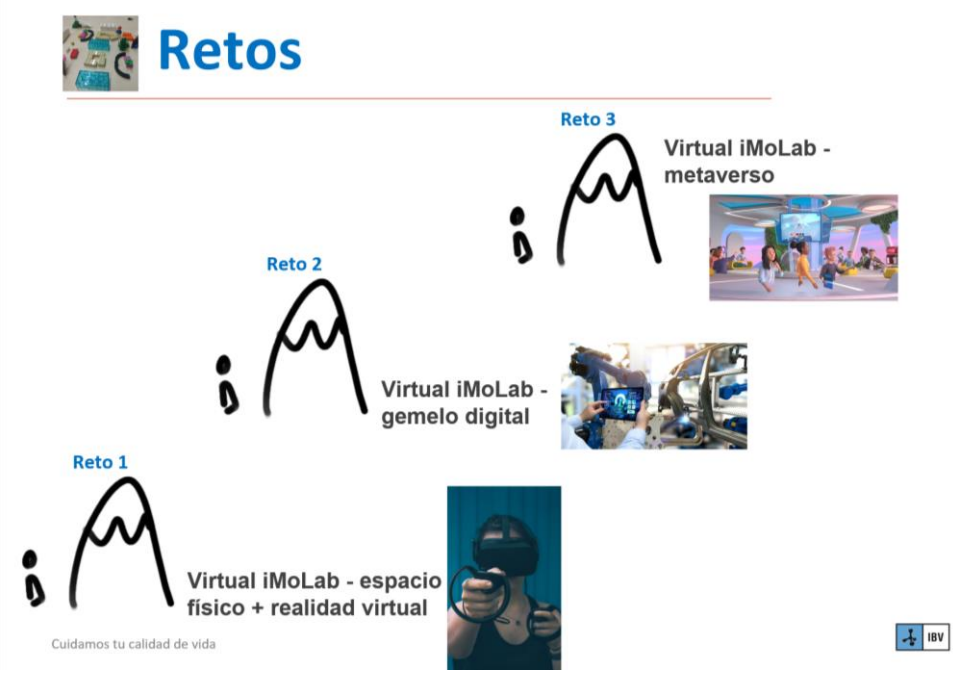


Figura 2: Restos planteados para abordar por las mesas de trasbajo

Las tablas *Tabla 3*, *Tabla 4*, y *Tabla 5* muestran los resultados obtenidos en cada una de las mesas de trabajo del taller de co-creación. Los resultados generados en cada mesa fueron presentados al grupo de trabajo (*Figura 3*), con lo que se compartieron las visiones de cada equipo, y se facilitó la discusión entre los participantes en el taller.

Proyecto ejecutado por:
Con la financiación de:
Cofinanciado por la Unión Europea

Mesa 1: Detallar el espacio físico dedicado a intervenciones con realidad virtual, aumentada… y las actividades a desarrollar.

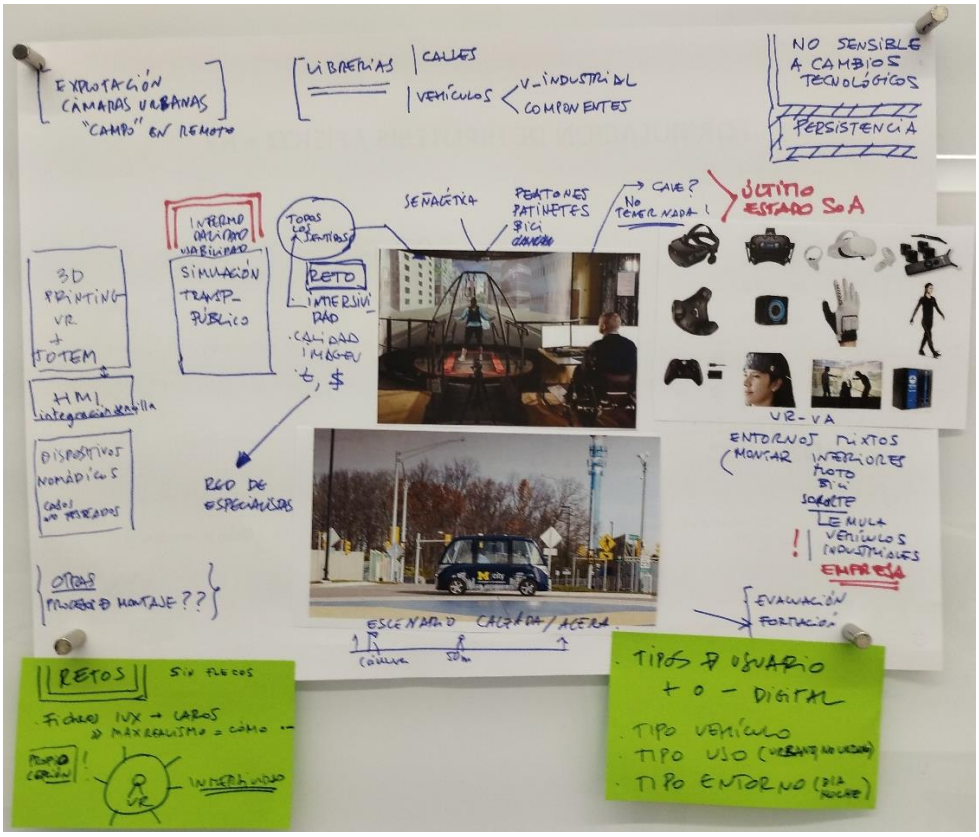
- Cómo imaginamos los espacios y los usos del Virtual iMoLab
  - Contenido / actividades / líneas de trabajo
  - Recursos (coche, puesto de simulación, gafas, 3D, 4D, realidad aumentada…) y diseño de los espacios
  - Proceso de uso

Se generan dos mesas de trabajo para abordar el reto

- *Reto 1: Virtual iMoLab - espacio físico+realidad virtual*. Detallar el espacio físico dedicado a intervenciones con realidad virtual, aumentada … y las actividades a desarrollar.

Se disponen dos mesas de trabajo para abordar el Reto 1.

Mesa 1.1



- **Atributos** (de la instalación):
  - Persistencia (no sensible a cambios tecnológicos)
  - Intermodalidad
  - Usabilidad
- **Recursos del laboratorio:**
  - 3D Printing
  - Tótem: alojar dispositivos (desde una manguera de cargador de EV, hasta un HMI)
  - Librerías digitales:

Proyecto ejecutado por:
IBV INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA · AIDIMME INSTITUTO TECNOLÓGICO · AIMPLAS INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PLÁSTICO · ITE · ITENE CENTRO TECNOLÓGICO · ITI INVESTIGATE TO INNOVATE
Con la financiación de:
GENERALITAT VALENCIANA · IVACE · Cofinanciado por la Unión Europea

▪ Calles ▪ Vehículos (incluyendo vehículos industriales y componentes) • Hápticos multisensoriales al último nivel del estado del arte (SoA) • Sistema de proyección inmersivo sin dispositivos invasivos (¡¡RETO!!) • Instalación orientada a VR (Realidad Virtual), pero con capacidades de AR (Realidad Aumentada) • **Usos** (de la instalación): • Evaluación de producto ▪ Tipología: • Tipo de Usuario (por nivel de perfil digital) • Tipo de Vehículo • Tipo de Uso del vehículo (urbano-no urbano) • Tipo de entorno (día-noche, …) ▪ Entornos mixtos, en los que montar: • Interiores (de vehículos) • Motocicleta • Bicicleta • Soporte (que emula vehículos industriales) • Formación

Tabla 3: Resultados del taller de co-creación en la Mesa 1.1.

Proyecto ejecutado por:

Con la financiación de:

Cofinanciado por la Unión Europea

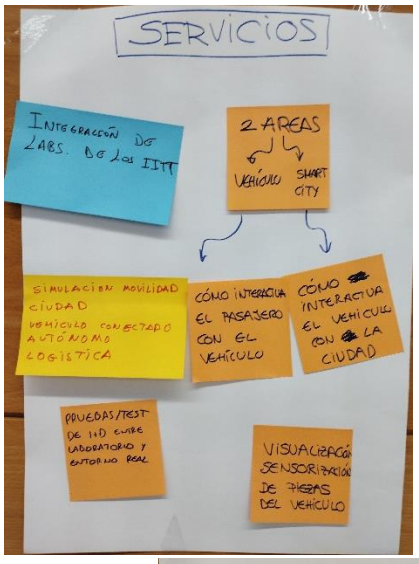
Mesa 1: Detallar el espacio físico dedicado a intervenciones con realidad virtual, aumentada… y las actividades a desarrollar.

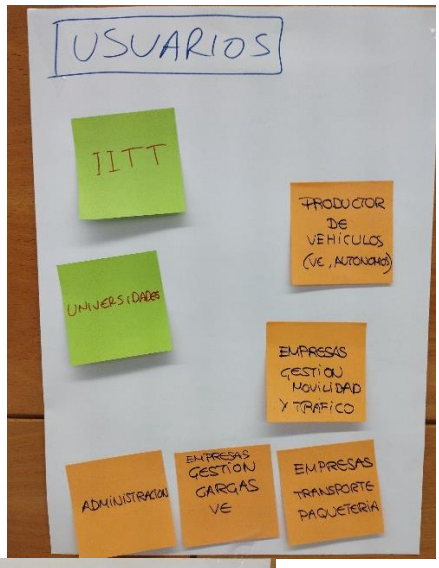
- Cómo imaginamos los espacios y los usos del Virtual iMoLab
  - Contenido / actividades / líneas de trabajo
  - Recursos (coche, puesto de simulación, gafas, 3D, 4D, realidad aumentada…) y diseño de los espacios
  - Proceso de uso

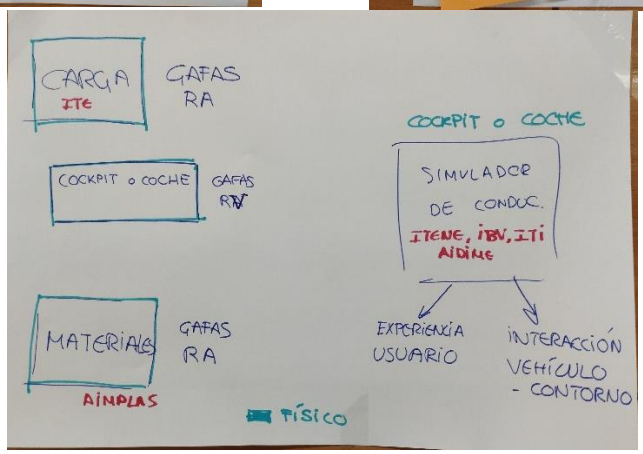
Se generan dos mesas de trabajo para abordar el reto

- *Reto 1: Virtual iMoLab - espacio físico+realidad virtual*. Detallar el espacio físico dedicado a intervenciones con realidad virtual, aumentada … y las actividades a desarrollar.

Se disponen dos mesas de trabajo para abordar el Reto 1.
Mesa 1.2







- **Atributos** (de la instalación):
  - Integración de laboratorios de los IITTs
- **Recursos del laboratorio:**
  - Gafas AR (Realidad Aumentada)

Proyecto ejecutado por:
IBV AIDIMME AIMPLAS ITE ITENE ITI
Con la financiación de:
GENERALITAT VALENCIANA IVACE Cofinanciado por la Unión Europea

- Smart Charging (ITE)
- Materiales (AIMPLAS)

- Gafas VR (Realidad Virtual)
  - Cockpit o Coche: simulador de conducción (ITENE, IBV, ITI, AIDIMME)
    - Experiencia de usuario
    - Interacción vehículo – entorno
  - Entorno inmersivo de proyección que no requiera gafas de VR

- **Usos** (de la instalación):
  - Genéricos:
    - Simulación de movilidad en ciudad
    - Vehículo conectado autónomo
    - Logística
  - Específicos - Combinación estímulo físico y digital:
    - Vehículo: interacción vehículo-pasajero
      - Visualización de piezas del vehículo
      - Sensorización de piezas del vehículo
    - Smart City: interacción vehículo-ciudad
  - Usuarios:
    - Investigación:
      - IITTs
      - Universidad
    - Empresas:
      - Industria Automóvil (EV, conducción autónoma)
      - Movilidad y Gestión de tráfico
      - Administración

EMSPs (servicios de carga de EV)

Tabla 4: Resultados del taller de co-creación en la Mesa 1.2.

Proyecto ejecutado por:

Con la financiación de:

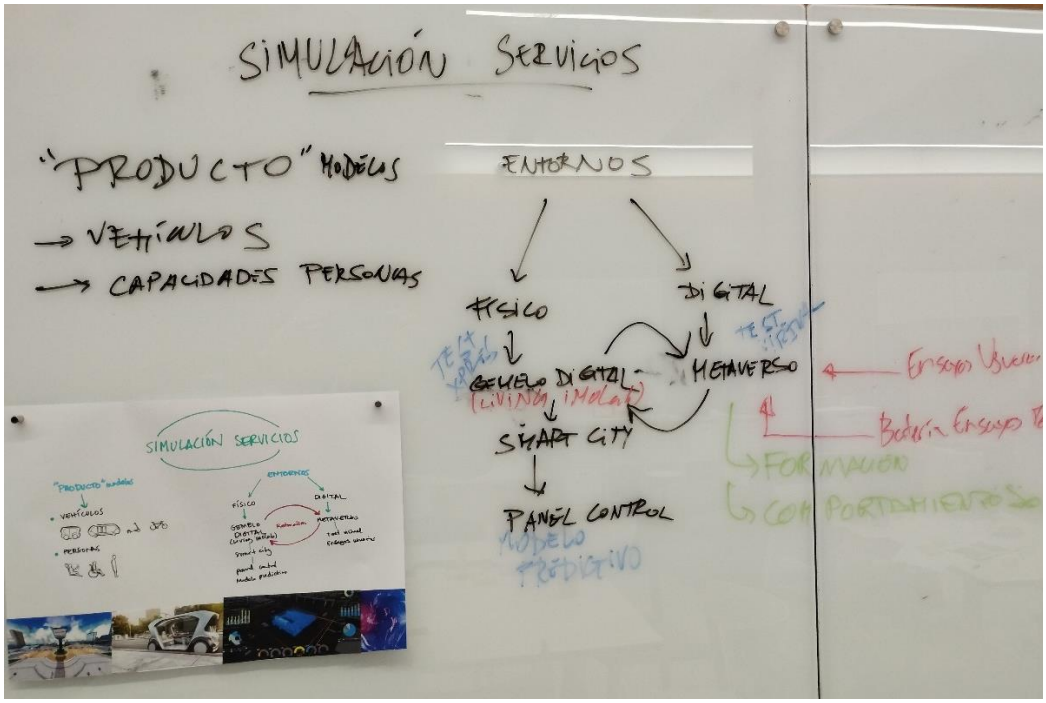
Cofinanciado por la Unión Europea

MESA 2-3 - Detallar el diseño del Gemelo digital iMoLab, funciones, usos y las actividades a desarrollar. Detallar el diseño del Metaverso iMoLab, funciones, usos y las actividades a desarrollar

- Cómo imaginamos el diseño y los usos del gemelo digital y el metaverso iMoLab
  - Contenido / actividades / líneas de trabajo
  - Recursos (vídeos demostrativos interactivos, ejercicios, tutoriales, puesta a punto de procesos, ensayos y validaciones online, información de IITT, promoción de empresas y desarrollos, sensibilización, análisis de comportamiento online, …) y diseño de la plataforma
  - Proceso de uso

La Mesa 2 y la Mesa 3 se fusionan en una única mesa de trabajo, que pasa a ser la Mesa 2.

Mesa 2



- **Atributos** (de la instalación):
  - Simulación de servicios
  - Modelo Digital-(con datos de)Físico es Gemelo digital
  - Modelo Digital-Digital es Metaverso
  - Interacción entre el Gemelo digital-Metaverso
- **Recursos del laboratorio:**
  - Modelos digitales de vehículos (compartido-autónomo-CCAM, LEV, …)
  - Modelos digitales de capacidades de personas con necesidades especiales
  - Panel control de gemelo digital
  - Modelos predictivos de gemelo digital
  - Panel de observación de usuarios (avatares de usuarios) en Metaverso
- **Usos** (de la instalación):
  - Gemelo digital de Living iMoLab

Proyecto ejecutado por:

Con la financiación de:

Cofinanciado por la Unión Europea

• *Test exprés*; simulación con modelo predictivo de Gemelo digital • *Test de producto-servicio* con usuario digital (avatar) en Metaverso • Formación de usuarios en Metaverso • Estudios de comportamiento social en Metaverso

Tabla 5: Resultados del taller de co-creación en la Mesa 2-3.

La *Tabla 6* muestra los resultados agrupados obtenidos en las tres mesas de la sesión de co-creación. En la última columna de la tabla se presentan las características que debe incluir Virtual iMoLab, agrupadas alrededor de tres categorías: *Atributos* de la instalación, *Recursos del laboratorio*, y los *Usos* previstos para la instalación.

Figura 3: Presentación de los resultados generados en las mesas al grupo de trabajo del taller.

Esta columna de características constituye el listado de requisitos que los diseñadores emplearon para la generación de los bocetos que integran la propuesta conceptual para Virtual iMoLab.

Proyecto ejecutado por:

Con la financiación de:

Cofinanciado por la Unión Europea

	Mesa 1.1	Mesa 1.2	Mesa 2	Virtual iMoLab
Atributos	• Persistencia (no sensible a cambios tecnológicos) • Intermodalidad • Usabilidad • Alto grado de realismo e inmersión	• Integración de laboratorios de los IITTs • Diferentes formatos y canales de interacción • Alto grado de realismo e inmersión	• Simulación de servicios • Modelo Digital-(con datos de)Físico es Gemelo digital • Modelo Digital-Digital es Metaverso • Interacción entre el Gemelo digital-Metaverso	• **Persistencia / Intermodalidad / Usabilidad** • **Integración** de laboratorios **IITTs iMoLab** • **Simulación** de servicios • Digital – Datos de físico es **Gemelo digital** • Digital – Digital es **Metaverso** • **Interacción Gemelo** digital – **Metaverso** • Alto grado de realismo e inmersión

Recursos del laboratorio	• 3D Printing
	• **Tótem: alojar dispositivos** (desde una manguera de cargador de EV, hasta un HMI)
	• **Librerías digitales:**
	  ○ **Calles**
	  ○ **Vehículos (incluyendo vehículos industriales y componentes)**
	• **Hápticos multisensoriales** al último nivel del estado del arte (SoA)
	• **Sistema de proyección inmersivo sin dispositivos invasivos** (¡¡RETO!!)
	• **Instalación orientada a VR (Realidad Virtual), pero con capacidades de AR (Realidad Aumentada)**
	• Emplazamiento *semi-real* (en dimensiones)
	• Señalética/infraestructura inteligente (VR&VA)
		• **Gafas AR (Realidad Aumentada)**
		  ○ **Smart Charging** (ITE)
		  ○ **Materiales** (AIMPLAS)
		• **Gafas VR (Realidad Virtual)**
		  ○ **Cockpit o Coche**: **simulador de conducción** (ITENE, IBV, ITI, AIDIMME)
		  ▪ **Experiencia de usuario**
		  ▪ **Interacción vehículo – entorno**
		• **Entorno inmersivo de proyección que no requiera gafas de VR**
		• Alojamiento de elementos físicos como vehículo, vehículo ligero, señalética e infraestructura inteligente…
			• **Modelos digitales de vehículos (compartido-autónomo-CCAM, LEV, …)**
			• **Modelos digitales de capacidades de personas con necesidades especiales**
			• **Panel control de gemelo digital**
			• Modelos predictivos de gemelo digital
			• **Panel de observación de usuarios** (avatares de usuarios) **en Metaverso**
				• **Tótem** para alojar **dispositivos físicos**
				• **Modelos digitales** de productos, entornos y personas
				• **Hápticos multisensoriales** para evaluar la interacción usuario – vehículo – entorno
				• **Sistema de proyección inmersivo** (no invasivo)
				• Orientación a **VR**, con **capacidades de AR**
				• Emplazamiento *semi-real* (en dimensiones); alojamiento de elementos físicos

Proyecto ejecutado por:

Con la financiación de:

Usos	• **Evaluación de producto**
	• Tipología:
	  • Tipo de Usuario (por nivel de perfil digital)
	  • Tipo de Vehículo
	  • Tipo de Uso del vehículo (urbano-no urbano)
	  • Tipo de entorno (día-noche, …)
	• **Entornos mixtos**, en los que montar:
	  • Interiores (de vehículos)
	  • Motocicleta
	  • Bicicleta
	  • Soporte (que emula vehículos industriales)
	• **Formación**
	  • Uso y adaptación a interfaces de vehículo (infotainment y controles del mismo)
	  • Señalética
	  • Uso de la vía compartido por nuevos usuarios (patinetes, bicicletas, necesidades especiales, …)
		• Validación de nuevos desarrollos
		• Genéricos:
		  ○ **Simulación de movilidad multiagente en ciudad**
		  ○ Vehículo conectado autónomo
		  ○ Logística
		  ○ Gestión del tráfico
		• Específicos - **Combinación estímulo físico y digital**:
		  ○ Vehículo: **interacción vehículo-pasajero**
		  ▪ **Visualización e interacción con piezas** del vehículo
		  ▪ **Sensorización de piezas** del vehículo
		  ○ **Smart City: interacción vehículo-ciudad**
		• Usuarios:
		  ○ Investigación:
		  ▪ IITTs
		  ▪ Universidad
		  ○ Empresas:
		  ▪ Industria Automóvil (EV, conducción autónoma)
		  ▪ Movilidad y Gestión de tráfico
		  ▪ Administración
		  ▪ EMSPs (servicios de carga de EV)
		• Logística (transporte y paquetería)
			• Gemelo digital de Living iMoLab
			• *Test exprés*; **simulación con modelo predictivo de Gemelo digital**
			• ***Test de producto-servicio* con usuario digital** (avatar) **en Metaverso**
			• **Formación de usuarios en Metaverso**
			• Estudios de comportamiento social en Metaverso
				• Validación de nuevos desarrollos
				• **Evaluación de producto** en entorno mixtos; combinación de **estímulo físico y digital; interacción**
				• **Simulación de movilidad multiagente** en ciudad; **movilidad en** el modelo de la **Smart City**
				• **Formación** en entornos simulados y en el metaverso
				• Estudio de **comportamiento social** en **Metaverso**
				• **Gemelo digital** de **Living iMoLab**.
				• **Usuarios** potenciales: **investigación y empresa**.
				• **Simulación** en el ámbito de la **Logística**.

Tabla 6: Resultados obtenidos en la sesión de co-creación, agrupados en Atributos, Recursos de laboratorio y Usos.

Proyecto ejecutado por:

Con la financiación de:

Cofinanciado por la Unión Europea

03.- Definición conceptual

A partir de la descripción de la instalación presentada en la *Tabla 6* del apartado anterior el equipo del proyecto se reunió con el equipo de diseño con el objetivo de plantear el diseño conceptual de *Virtual iMoLab*. La *Figura 4* muestra el boceto a mano alzada realizado para representar una instalación que cubriera los requisitos de *Virtual iMoLab*.

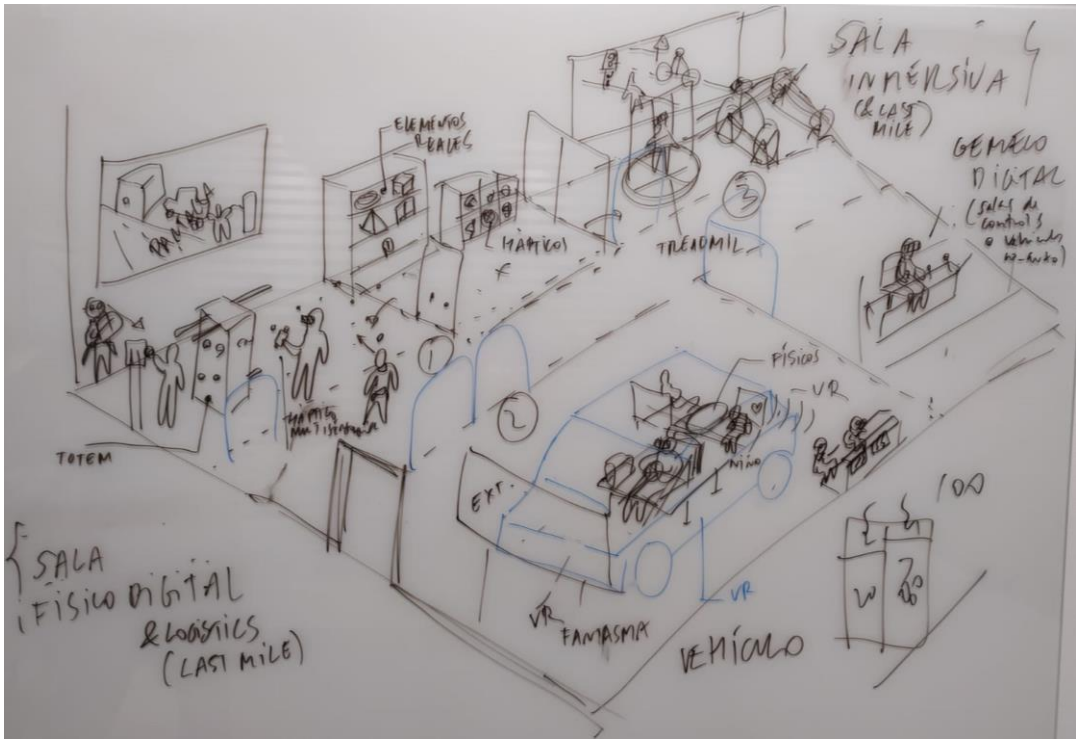


Figura 4: Planteamiento del boceto para el diseño conceptual de Virtual iMoLab.

Según se muestra en la *Figura 4*, *Virtual iMoLab* es una instalación flexible que presenta al menos cuatro estancias diferenciadas:

- Una estancia para la interacción físico digital, que combina elementos reales a instalar en un tótem, con tecnologías de RV y hápticos.
- Una estancia para la simulación completa de un vehículo, basada también en el principio de interacción físico-digital
- Una tercera estancia para acoger simulaciones inmersivas, en las que el usuario puede interactuar con productos y servicios, en un entorno digital y en el metaverso.

Proyecto ejecutado por:
IBV INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA · AIDIMME INSTITUTO TECNOLÓGICO · AIMPLAS INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PLÁSTICO · ITE · ITENE CENTRO TECNOLÓGICO · ITI INVESTIGATE TO INNOVATE
Con la financiación de:
GENERALITAT VALENCIANA · IVACE · Cofinanciado por la Unión Europea

- Por último, una estancia que reproduce las condiciones de una sala de control, en la que realizar observaciones del metaverso o estudios y simulaciones asociadas a un gemelo digital.

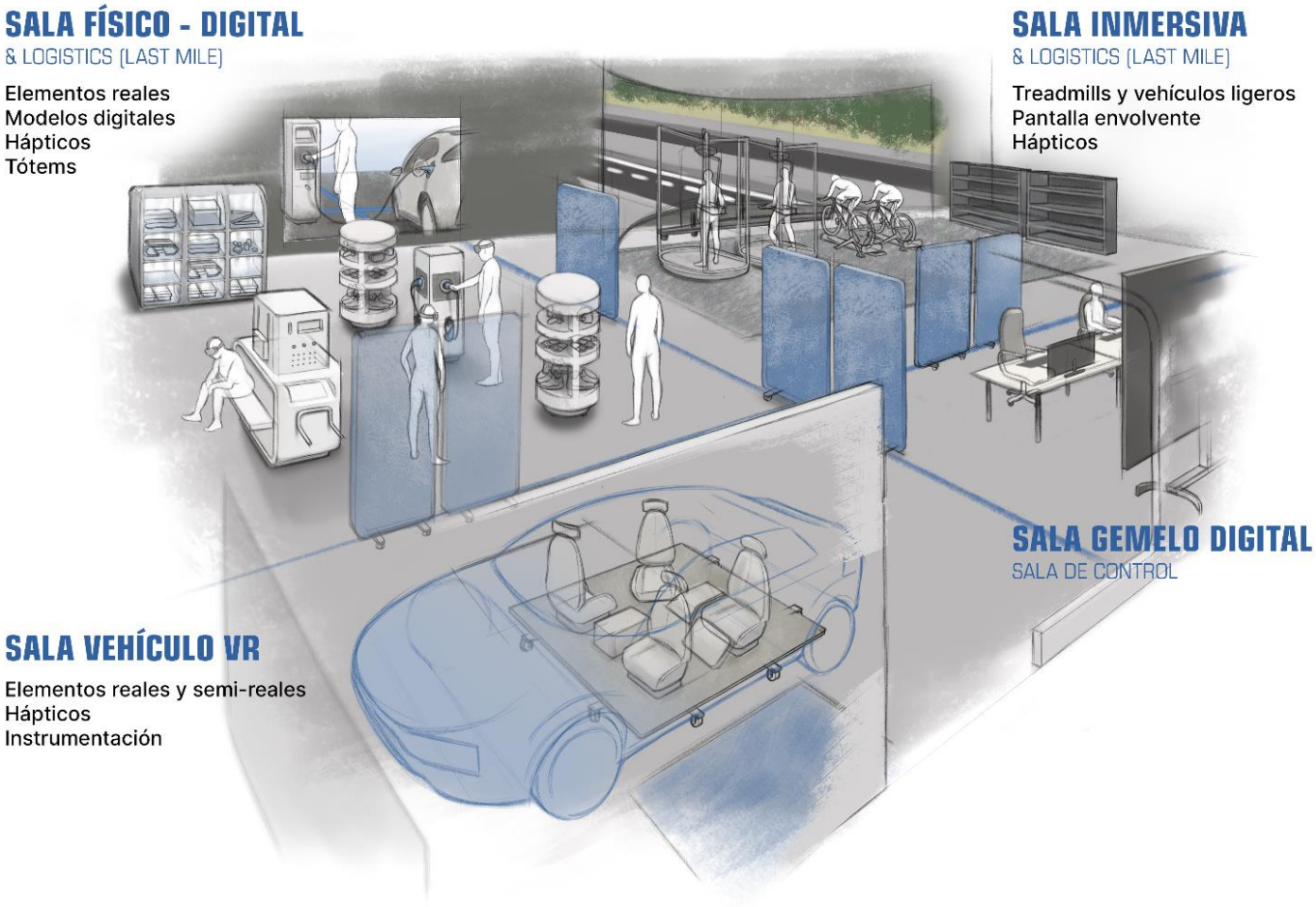


Figura 5: Boceto digital del diseño conceptual de Virtual iMoLab.

La *Figura 5* presenta el boceto digital para el diseño conceptual de Virtual iMoLab. La generación de este boceto digital, que muestra de un modo claro y fácilmente interpretable las diversas estancias previstas, permitió el lanzamiento de un proceso de validación *online* mediante el empleo de la plataforma digital *Mentimeter*[2]. Todas las entidades que participaron en el taller de co-creación de *Virtual iMoLab*, tanto los *IITT*s del consorcio como las empresas colaboradoras,

[2] https://www.mentimeter.com/es-ES

Proyecto ejecutado por:
Con la financiación de:
Cofinanciado por la Unión Europea

fueron convocadas a formar parte del proceso de evaluación del diseño conceptual generado (*Figura 6*).

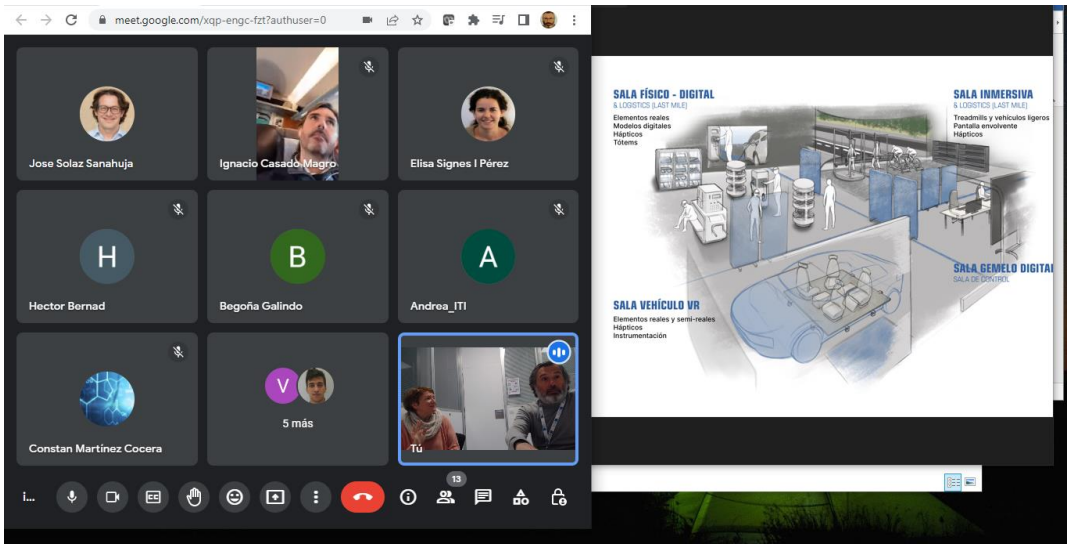


Figura 6: Imagen de la sesión de evaluación del boceto realizada en plataforma digital.

Los resultados obtenidos en la sesión de evaluación del diseño conceptual se presentan en la *Tabla 7*. Estos resultados muestran que hay consenso entre los miembros del consorcio sobre los requisitos que debe cubrir la instalación de *Virtual iMoLab*, recopilados en *Atributos*, *Recursos* y *Usos*. La puntuación media obtenida en cuanto a la satisfacción de expectativas de 4.4 sobre 5 confirman este consenso. En cualquier caso, los miembros del consorcio señalan la necesidad de ahondar en el concepto de *sostenibilidad* en los relativo a los *Atributos*. Del mismo modo, la *automatización* y los dispositivos para *demos* son *Recursos* que deben estar más representados en la solución, así como hacer hincapié en la *validación de componentes* en el *Uso* de la instalación.

Sobre el nivel de cumplimiento de los requisitos del boceto presentado en la *Figura 5*, el resultado muestra que en más de un 85% (supera el valor de 4 sobre 5) el concepto cubre los requerimientos de *Virtual iMoLab*. El valor es especialmente alto para la categoría de los *Usos*, aunque también es elevado para los otros dos campos de clasificación (*Atributos* y *Recursos*). La inclusión de más *elementos modulares*, los *periféricos para la vía pública*, o la inclusión de una *sala inmersiva* son algunos de las mejoras que los participantes de la sesión de evaluación identifican, tal como se muestra en la *Tabla 7*.

Proyecto ejecutado por:
Con la financiación de:
Cofinanciado por la Unión Europea

Proyecto ejecutado por:

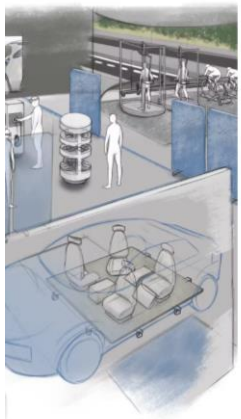
Con la financiación de:

Cofinanciado por la Unión Europea

¿Y en los Usos?

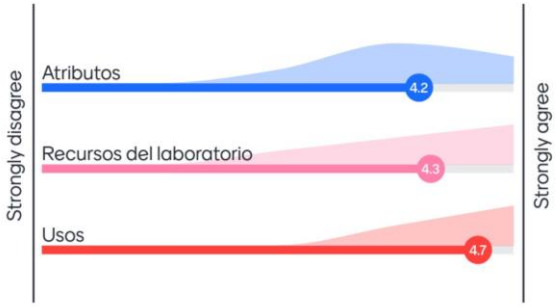
Mentimeter

monitorización
proceso integral
aceptación tecnologías
validación de componentes
smartcharging
desarrollo producto
desarrollo del producto
datos en tiempo real



El diseño conceptual presentado en la imagen, ¿se ajusta a la tabla de requisitos para los Atributos, Recursos y Usos?

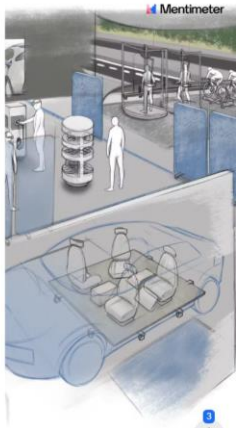
Mentimeter



¿Echas de menos algún elemento, sistema o tecnología, para cubrir los requisitos asociados a los Atributos?

Mentimeter

flexibilidad de uso
estructuras modulares
modularidad



Proyecto ejecutado por:

Con la financiación de:

Cofinanciado por la Unión Europea

Tabla 7: Resultados de la sesión de validación del concepto de Virtual iMoLab en plataforma digital.

Proyecto ejecutado por:

Con la financiación de:

Cofinanciado por la Unión Europea

04.- Diseño de detalle

La *Figura 7* muestra el diseño de detalle para la instalación del laboratorio *Virtual iMoLab* en la planta sótano del edificio del IBV. El desarrollo en detalle de la propuesta conceptual mostrada en la *Figura 5*, ha facilitado la distribución de las diversas salas del laboratorio de simulación, generando unos espacios bien definidos. Estos espacios deberán equiparse con los dispositivos mostrados en el plano de detalle, y dotarse de la infraestructura adecuada para su correcto funcionamiento.

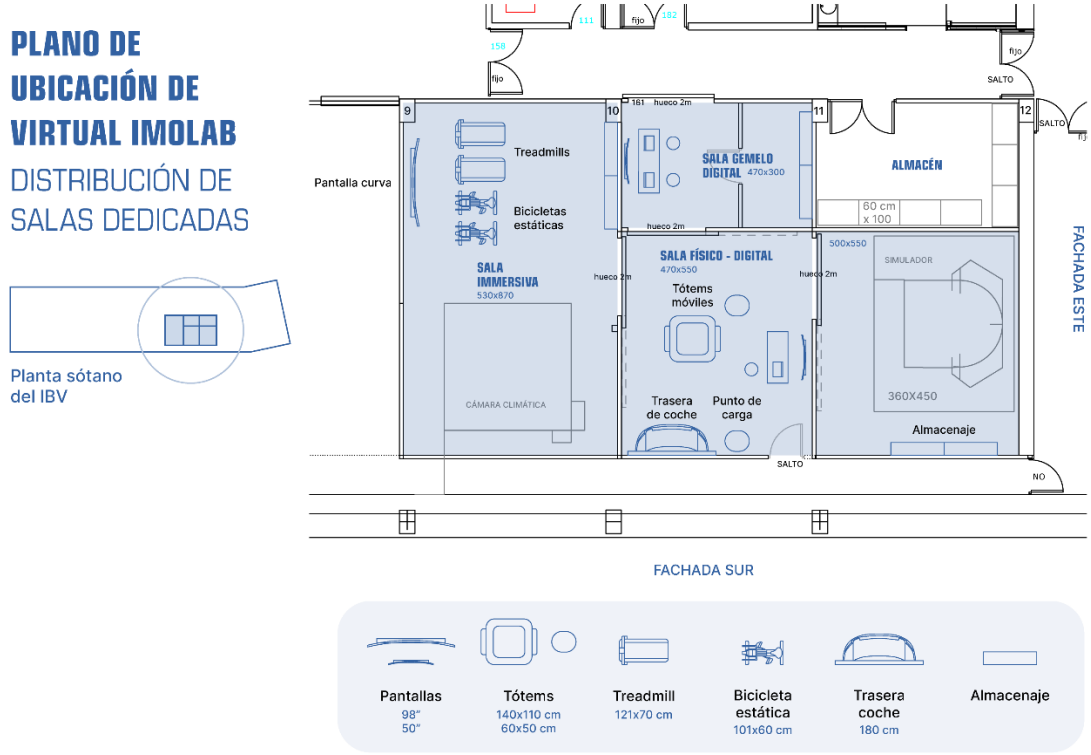


Figura 7: Plano de detalle de Virtual iMoLab.

Tal como se muestra en el plano de la *Figura 7*, la *Sala Inmersiva* ocupa una superficie total de 46 m^2, alojando los dispositivos de *Treadmill*, *Bicicleta estática* y una gran *Pantalla curva*. Esta sala deberá equiparse con las condiciones adecuadas de iluminación y climatización, con el fin de que las simulaciones digitales alcancen el nivel de inmersión previsto, combinando las proyecciones de la pantalla con la iluminación ambiente.

Por otro lado, la *Sala Físico-Digital* se ubica una estancia continua a la *Sala Inmersiva*, ocupando una superficie de 25 m^2. La sala se equipará con soportes móviles para el montaje de componente físicos (Tótems en la *Figura 7*), así como maquetas de elementos de vehículos. Las simulaciones digitales se reproducirán mediante el empleo de gafas activas, combinando entornos digitales inmersivos con estímulos sensoriales físicos.

Proyecto ejecutado por:
IBV AIDIMME AIMPLAS ITE ITENE ITI
Con la financiación de:
GENERALITAT VALENCIANA IVACE Cofinanciado por la Unión Europea

La *Sala del Gemelo Digital* ocupa una superficie de 14 m^2, y se equipará con pantallas para la visión de los paneles de control, gráficos de indicadores críticos, u otros contenidos digitales relacionados con un modelo de simulación de eventos reales.

La *Sala del vehículo VR* se ha integrado con la *Sala del Simulador*. Este es un simulador de conducción que permite realizar estudios relacionados con la experiencia de conducción de un vehículo. El simulador reproduce un puesto de conducción completo, rodeado de pantallas en las que pueden proyectarse entornos virtuales inmersivos, reproduciendo situaciones reales asociadas a la conducción. La sala ocupa un espacio de 27.5 m^2.

Proyecto ejecutado por:

Con la financiación de:

Cofinanciado por la Unión Europea

05.- Implementación del demostrador.

La realización de los estudios de viabilidad requiere de la implementación de una demostración o prototipo, con el que poder evaluar las prestaciones de la instalación definida.

Equipamiento para un entorno de realidad virtual inmersiva - Componentes
A1. Ordenador VR/XR
A2. Gafas RV Meta Quest 2
A3. Gafas RV Vive Pro 2
A4. Gafas AR Hololens 2
A5. Gafas AR Varjo XR-3
C1. Bicicleta estática sensorizada
C2. Treadmill sensorizado
C3. Puesto de conducción
C4. Puesto de conducción: soporte panel puerta
C5. Puesto de conducción: soporte IP
C6. Puesto de conducción: panel activo
C7. Sistema de visualización
C8. Módulo físico estación de carga
C9. Aplicación conducción VR
Vídeos hiperrealistas de zonas de Valencia - Componentes
C10. Aplicación conducción Panorámica
C11. Aplicación paseo VR
C12. Aplicación paseo VR bicicleta

Tabla 8: Listado del equipamiento asociado a Virtual iMoLab.

Proyecto ejecutado por:
IBV INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA · AIDIMME INSTITUTO TECNOLÓGICO · AIMPLAS INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PLÁSTICO · ITE · ITENE CENTRO TECNOLÓGICO · ITI INVESTIGATE TO INNOVATE
Con la financiación de:
GENERALITAT VALENCIANA · IVACE · Cofinanciado por la Unión Europea

Figura 8: Bicicleta estática y Treadmill sensorizados.

La *Tabla 8* nos muestra un desglose de los dispositivos adquiridos para equipar el laboratorio de simulación en el ámbito de este proyecto. Las posiciones desde la A1 hasta la A5, así como la C1 y la C2 están asociadas a la *Sala Inmersiva* (*Figura 7*), mientras que las posiciones que van de la C3 a la C8 están asociadas a la *Sala Físico-Digital*. Por otro lado, la posición C9 está asociada a la *Sala del Simulador*, y al vehículo VR.

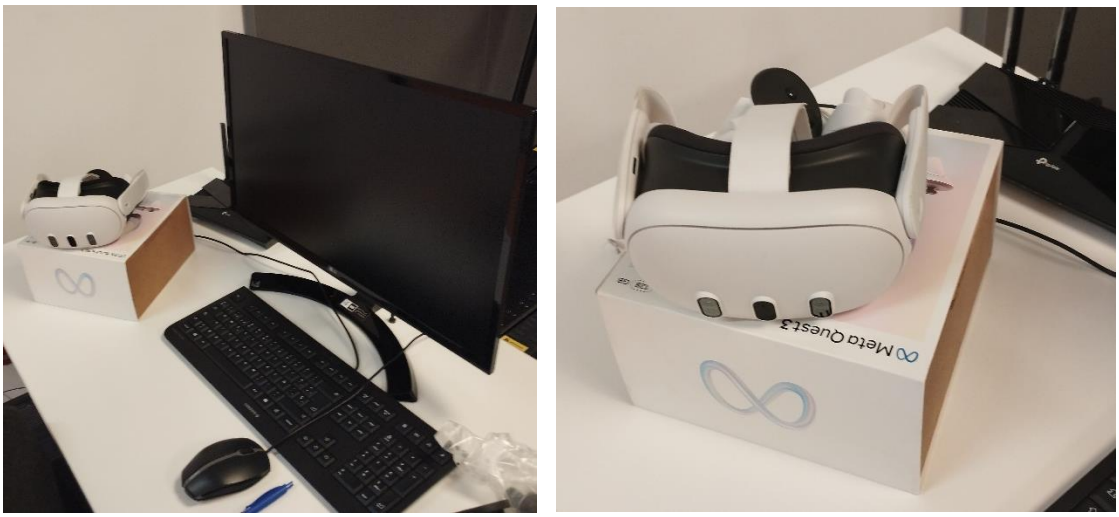


Figura 9: Gafas activas de realidad virtual.

Las posiciones que van de la C10 a la C12 son vídeos inmersivos para la realización de los estudios de viabilidad *Virtual iMoLab*. En efecto, estos vídeos forman parte de la demonstración que se ha implementado para evaluar la instalación definida, empleando los sistemas de movilidad activa sensorizados (bicicleta y treadmill, *Figura 8*), así como las gafas de realidad virtual (*Figura 9*). Una descripción detallada de esta demonstración, así como los resultados obtenidos en los estudios de viabilidad, se presenta en el entregable E6.1 del presente proyecto.

Proyecto ejecutado por:

Con la financiación de:

Cofinanciado por la Unión Europea

iMOLAB

www.imolab.com

Proyecto ejecutado por:

IBV Instituto de Biomecánica de Valencia · AIDIMME Instituto Tecnológico · AIMPLAS Instituto Tecnológico del Plástico · ITE · ITENE · ITI Investigate to Innovate

Con la financiación de:

Generalitat Valenciana · IVACE · Cofinanciado por la Unión Europea