



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

IBV - 2023

Proyecto ejecutado por:



0

Proyecto ejecutado por:



Con la financiación de:



Cofinanciado por la Unión Europea

Con la financiación de:



Cofinanciado por la Unión Europea

Índice

01_ Introducción	2
02_ Identificación de necesidades	3
03_ Definición conceptual	18
04_ Diseño de detalle	24
05_ Implementación del demostrador	26

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.

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

- Indique la entidad en la que desarrolla su actividad:
- Indique el ámbito de conocimiento en el que trabaja:
☐ Infraestructuras y sistemas
☐ Personas y usuarios
☐ Comunicaciones
☐ Gestión de la energía
☐ Otro (especifique)
- Indique su puesto de trabajo:
- Indique los años de experiencia en el puesto:
- Indique su edad:
- 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.

DELPHI iMoLab. Definición de requisitos y equipamiento

Dispositivos necesarios

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

	Imprescindible (se necesita tenerlo)	Importante (deber estar)	Interesante (podría estar)	Preferible (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, descríbelo: (modelos o características técnicas)

Virtual iMoLab:

Living iMoLab:

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:

DELPHI iMoLab. Definición de requisitos y equipamiento

Líneas de trabajo

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

	Imprescindible	Nuq importante	Importante	Interesante	De poco valor	Sin interés
Vehículos conectados y autónomos	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Redes malladas	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Sensorización de componentes	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aparentamiento 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:

Aparentamiento de frecuencias:

Logística:

Transporte multimodal:

Monitorización de usuarios/pasajeros:

Smart charging:

Datos y Edge computing:

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

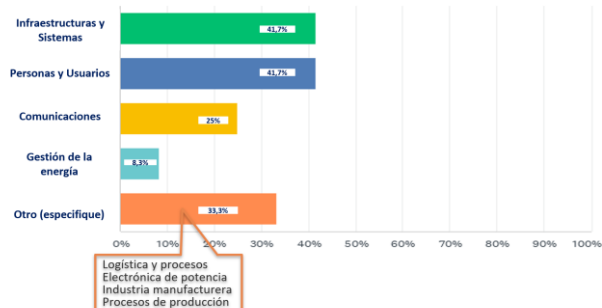
El cuestionario se alojó en una plataforma online (SurveyMonkey¹), de modo que todos los centros pudieran acceder a la misma para cumplimentarla.

¹ <https://es.research.net/r/DELPHIiMoLab>

Introducción

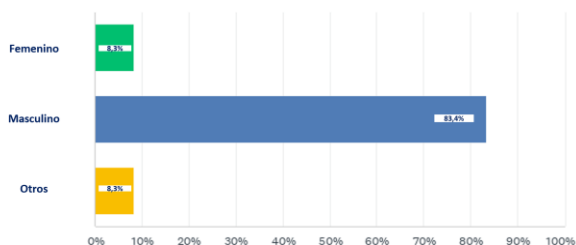
- Este documento presenta los resultados obtenidos en el cuestionario DELPHI distribuido entre los socios del proyecto iMoLab, en octubre de 2022.
- El cuestionario tuvo por objetivo, identificar las necesidades y expectativas de los miembros del consorcio, en relación a la definición de una instalación 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 (III)**, 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

- 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")

Respondidas: 9 Omitidas: 3

REALIDAD AUMENTADA

- 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

Respondidas: 7 Omitidas: 5

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

GEMELO DIGITAL

- 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

Respondidas: 9 Omitidas: 3

METAVERSO

- 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...)

Respondidas: 6 Omitidas: 6

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

LIVING LAB

- 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 IIT 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)

Respondidas: 9 Omitidas: 3

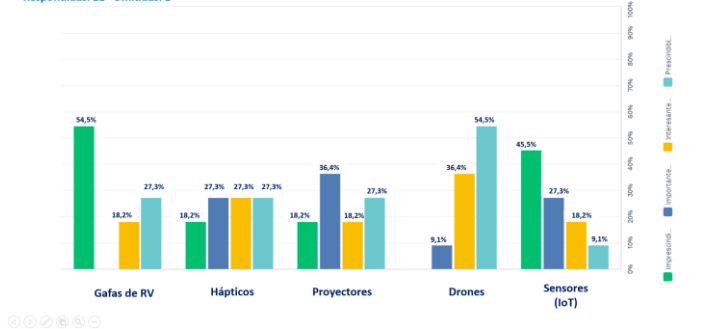
CAVE

- 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)

Respondidas: 6 Omitidas: 6

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

- 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

Respondidas: 3 Omitidas: 9

VIRTUAL iMoLab

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

Respondidas: 3 Omitidas: 9

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

tecnología Bizkaia

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

Financiado por la Unión Europea

¿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, salidas...

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

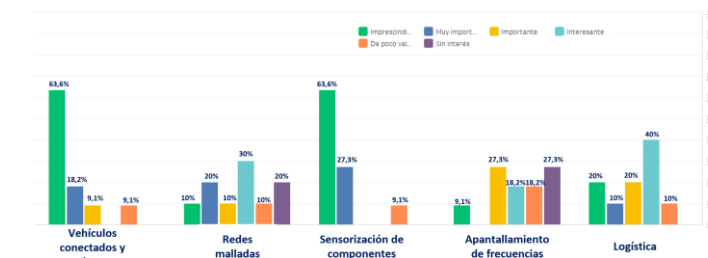
DEL USUARIO

- 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

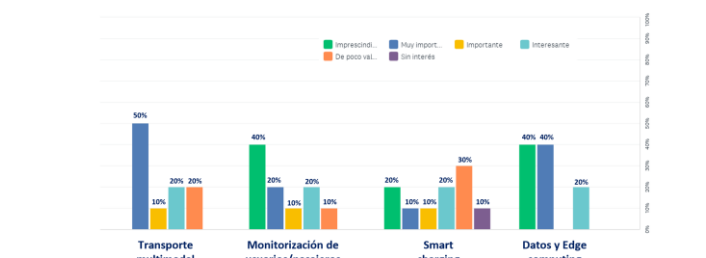
P12: Interés en cada línea de trabajo (i)

Respuestas: 11-10 Omitidas: 1-2



P12: Interés en cada línea de trabajo (ii)

Respuestas: 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
 - Validación **hardware** específico de **monitorización**
 - 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**

Respuestas: 9 Omitidas: 3



- REDES MALLADAS**
- Importante para no perder **datos** ni **cortar comunicaciones**
 - Validación **hardware** específico de **monitorización**
 - Posible uso tecnológico para la propagación de la **conexión** con un **coste bajo**

Respuestas: 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
 - Validación **hardware** específico de **monitorización**
 - 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**.

Respuestas: 9 Omitidas: 3



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

Respuestas: 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 algoritmos** que permita una organización óptima de los usos de el demostrador
 - Monitorización de mercancías y almacén**

Respuestas: 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**

Respuestas: 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 **algoritmos**
 - Analizar la respuesta** al uso de los **interfaces** - **lógicos 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**

Respuestas: 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

Respuestas: 3 Omitidas: 9

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



DATOS Y EDGE COMPUTING

- Validación de dispositivos **hardware de IoT**
- Control y seguimiento de datos para la **optimización** (reducción tiempo y coste) de **operativas** en el ámbito de logística y la movilidad
- El análisis de datos es necesario para el **desarrollo de la algoritmia**
- Análisis de posibilidades para **liberar de carga al cloud**, primer filtrado de datos en local y parte del computo en el dispositivo antes de enviar a la nube
- Disponibilidad de una gran cantidad de **datos en tiempo real** que no solo permitan el análisis detallado, sino que permitan el **cambio de configuraciones, uso, parámetros de funcionamiento**, etc., también en **tiempo real**.
- Posible uso de **algoritmos complejos** y obtención de un análisis de datos más complejo
- Valor y **explotación del dato**
- Gestión e intercambio datos
- Modelo digital del conductor y el peatón

Respondidas: 8 Omitidas: 4

Algunas conclusiones (i)



Algunas conclusiones (ii)

- El **perfil mayoritario** de los participantes es el de un **hombre**, que desarrolla su labor profesional en el ámbito de **Infraestructuras y Sistemas, y Personas y Usuarios**.
- Los laboratorios iMoLab se conciben como **instalaciones para simular soluciones de electro-movilidad sostenible, inteligente y conectada, que permitan, idear, testear y validar productos y servicios, en su entorno de uso**.
- Todos los participantes se muestran **muy interesados en emplear recursos de Realidad virtual, Gemelo digital y Living Lab**. El interés por la **Realidad aumentada** y el **Metaverso** es algo inferior, mientras que las **Cave** despiertan poco interés.
- De manera destacada, se considera que **las Gafas de RV y los Sensores son tecnologías imprescindibles** que deben equipar los laboratorios.
- Los **Proyectores** son la siguiente tecnología a incluir en orden de importancia, seguida de los **Hápticos** (se consideran interesantes). Escaso interés en **Drones**.

Algunas conclusiones (iii)

- Los **Vehículos conectados y autónomos**, la **Sensorización de componentes**, **Monitorización de usuarios/pasajeros** y los **Datos y Edge computing** son líneas de trabajo **imprescindibles** para **Virtual iMoLab** y **Living iMoLab**.
- El **Transporte multimodal** se considera interesante, aunque no imprescindible. Las **Redes malladas** y la **Logística** se consideran líneas de trabajo interesantes.
- Smart Charging** es importante para casi la mitad de los participantes, en el **Apantallamiento de frecuencias**, es importante apenas para un tercio de los participantes.
- Los usos previstos en las líneas de trabajo, ayudarán a definir capacidades a cubrir por **Living iMoLab**, para dar respuesta a los intereses de los centros.

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

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.

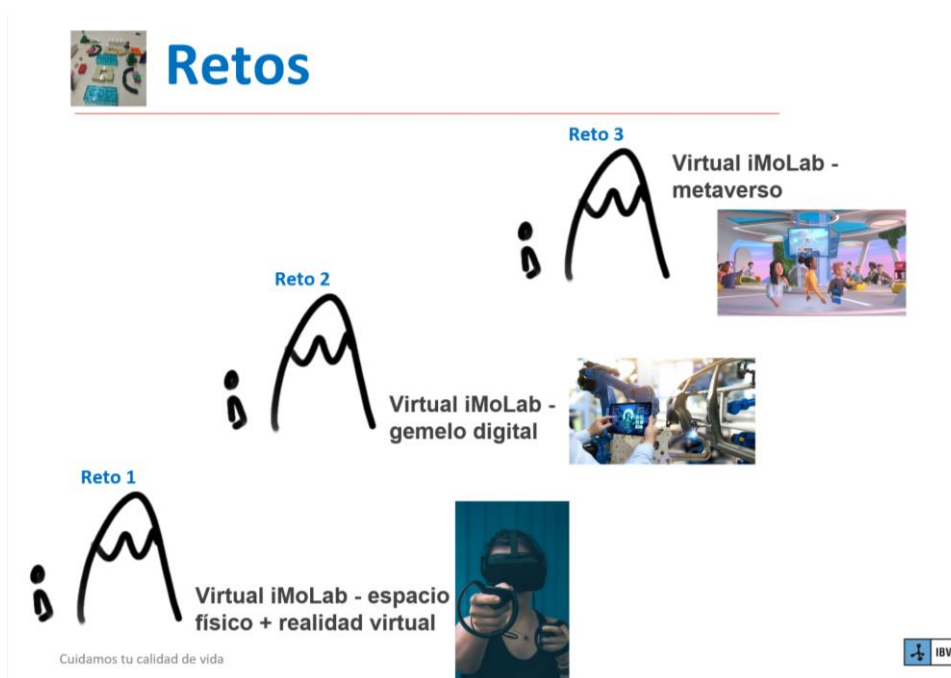


Figura 2: Retos planteados para abordar por las mesas de trabajo

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.

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

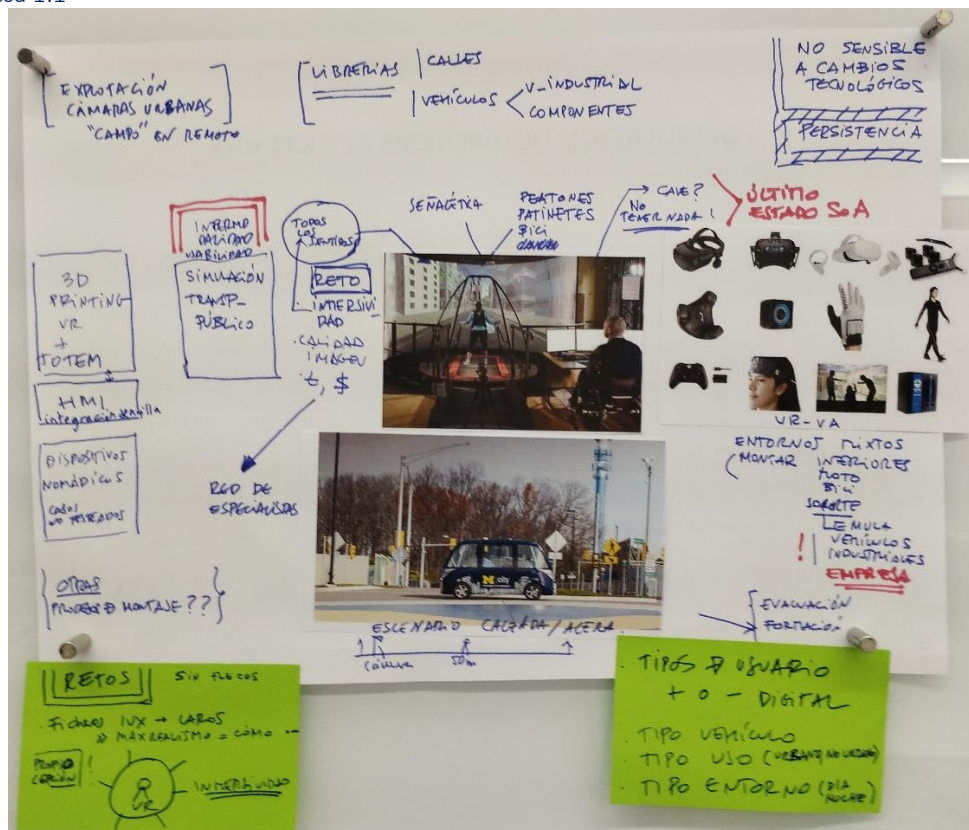
- Cómo imaginamos los espacios y los usos del Virtual iMoLab
 - Contenido / actividades / líneas de trabajo
 - Recursos (coche, puesto de simulación, gafas, 3D, 4D, realidad aumentada...) y diseño de los espacios
 - Proceso de uso

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:

- 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.

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

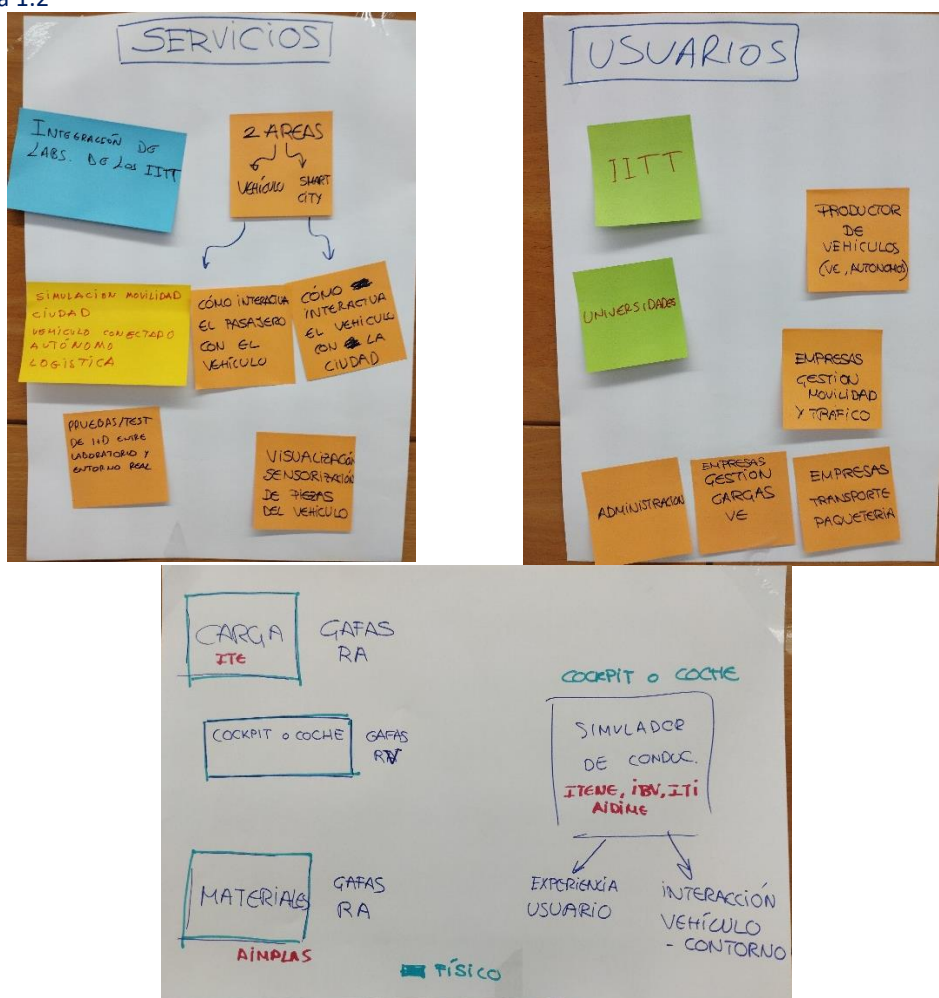
- Cómo imaginamos los espacios y los usos del Virtual iMoLab
 - Contenido / actividades / líneas de trabajo
 - Recursos (coche, puesto de simulación, gafas, 3D, 4D, realidad aumentada...) y diseño de los espacios
 - Proceso de uso

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)

- 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

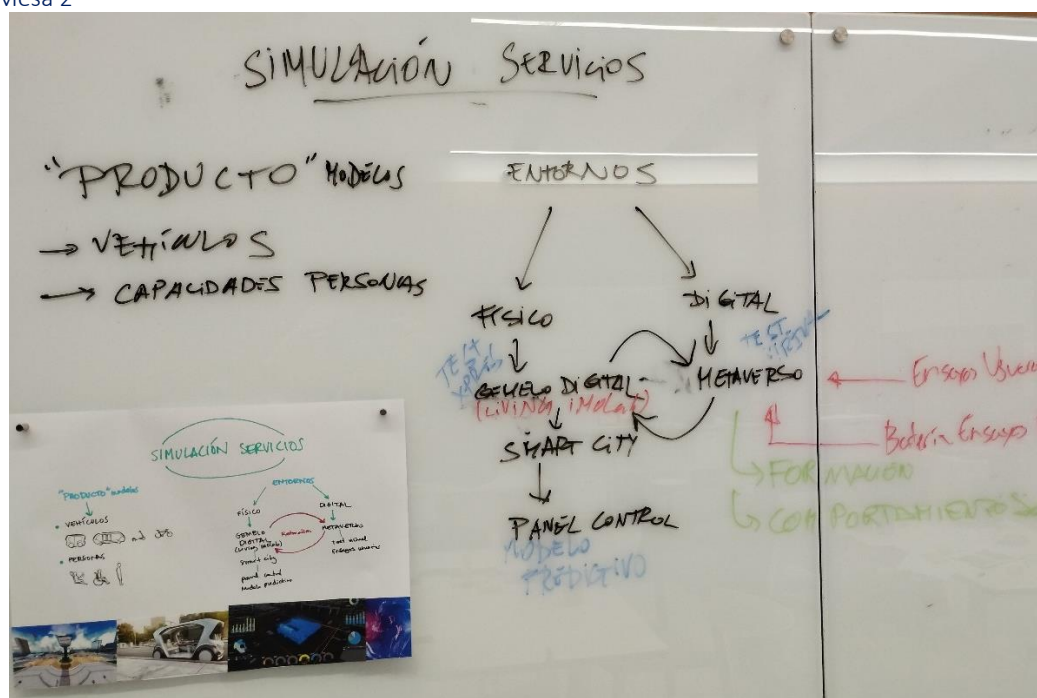
EMSPs (servicios de carga de EV)

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

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

- *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.

	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 <i>semi-real</i> (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 <i>semi-real</i> (en dimensiones); alojamiento de elementos físicos

- | | | | |
|---|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de producto • Tipología: <ul style="list-style-type: none"> • 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: <ul style="list-style-type: none"> • Interiores (de vehículos) • Motocicleta • Bicicleta • Soporte (que emula vehículos industriales) • Formación <ul style="list-style-type: none"> • 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, ...) | <ul style="list-style-type: none"> • Validación de nuevos desarrollos • Genéricos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Simulación de movilidad multiagente en ciudad ○ Vehículo conectado autónomo ○ Logística ○ Gestión del tráfico • Específicos - Combinación estímulo físico y digital: <ul style="list-style-type: none"> ○ Vehículo: interacción vehículo-pasajero <ul style="list-style-type: none"> ▪ Visualización e interacción con piezas del vehículo ▪ Sensorización de piezas del vehículo ○ Smart City: interacción vehículo-ciudad • Usuarios: <ul style="list-style-type: none"> ○ Investigación: <ul style="list-style-type: none"> ▪ IITTs ▪ Universidad ○ Empresas: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Industria Automóvil (EV, conducción autónoma) ▪ Movilidad y Gestión de tráfico ▪ Administración ▪ EMSPs (servicios de carga de EV) • Logística (transporte y paquetería) | <ul style="list-style-type: none"> • 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 | <ul style="list-style-type: none"> • 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.

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*.

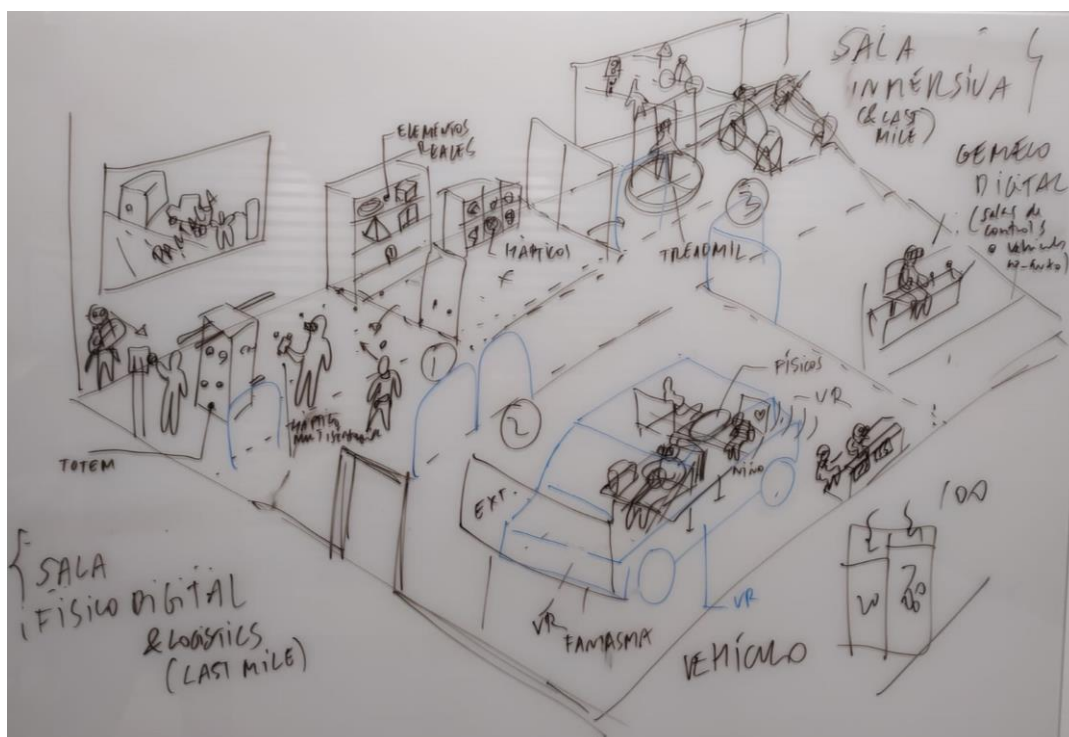


Figura 4: Planteamiento del boceto para el diseño conceptual de *Virtual iMoLab*.

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.

- 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.

SALA FÍSICO - DIGITAL

& LOGISTICS (LAST MILE)

Elementos reales
Modelos digitales
Hápticos
Tótems

SALA INMERSIVA

& LOGISTICS (LAST MILE)

Treadmills y vehículos ligeros
Pantalla envolvente
Hápticos

SALA VEHÍCULO VR

Elementos reales y semi-reales
Hápticos
Instrumentación

SALA GEMELO DIGITAL

SALA DE CONTROL

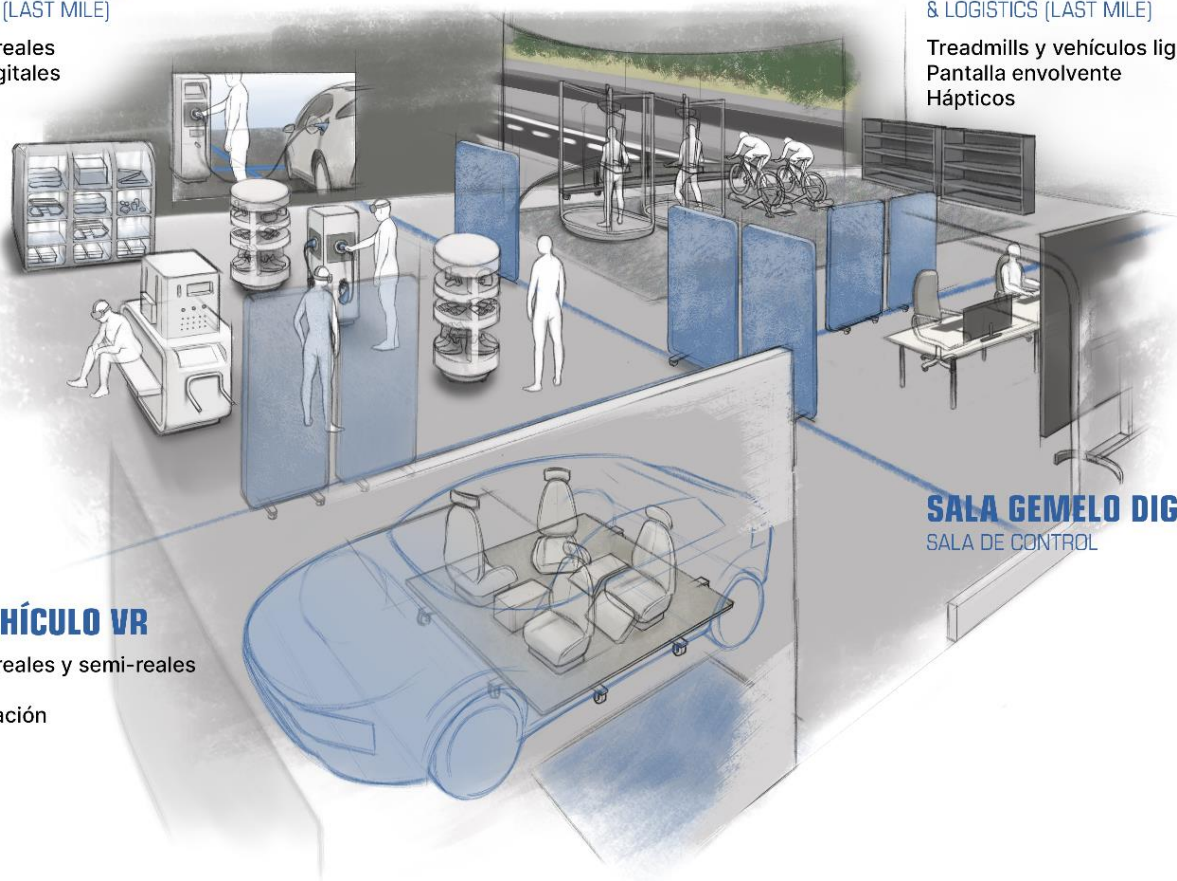


Figura 5: Boceto digital del diseño conceptual de Virtual iMoLab.

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 IITs del consorcio como las empresas colaboradoras,

² <https://www.mentimeter.com/es-ES>

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

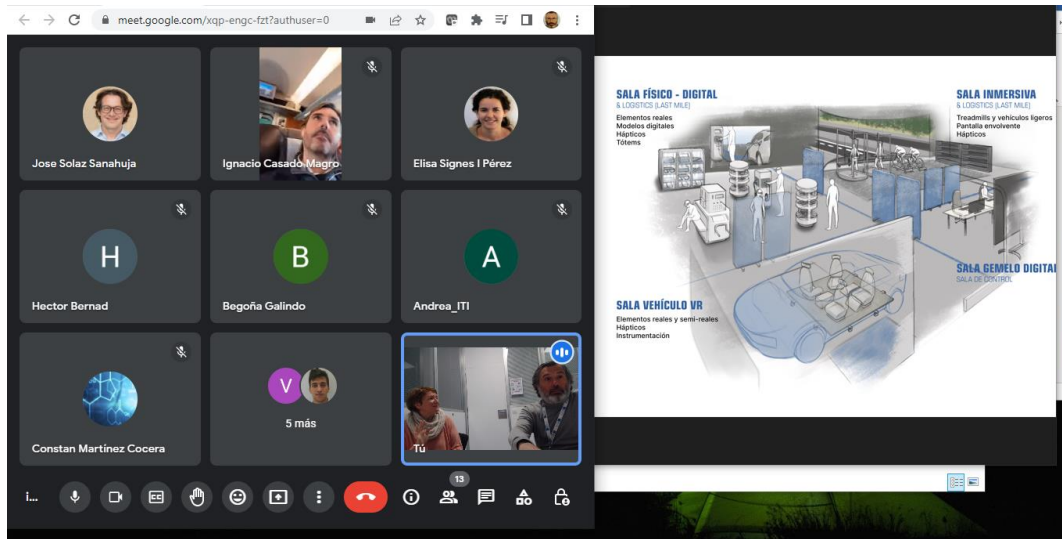


Figura 6: Imagen de la sesión de evaluación del boceto realizada en plataforma digital.

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*.



¿Echas en falta algún elemento en los Atributos?

Mentimeter

¿Y en los Recursos del sistema?

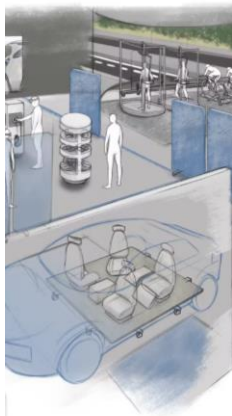
Mentimeter



¿Y en los Usos?

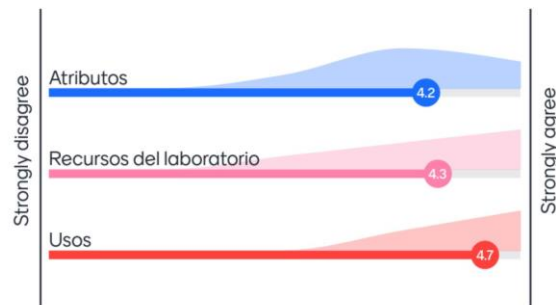
Mentimeter

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?

flexibilidad de uso
 estructuras modulares
 modularidad



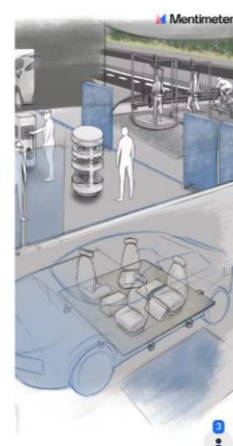
¿Echas de menos algún elemento, sistema o tecnología, para cubrir los requisitos asociados a los Recursos del laboratorio?

componentes automovil
periféricos vía pública



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

infraestructura recarga
sala inmersiva
fotovoltaica
validación infraestructur



¿Crees que hay elementos relevantes para un laboratorio de simulación en movilidad que no están cubiertos por la propuesta presentada?

1 questions
0 upvotes



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

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.

PLANO DE UBICACIÓN DE VIRTUAL IMOLAB

DISTRIBUCIÓN DE SALAS DEDICADAS

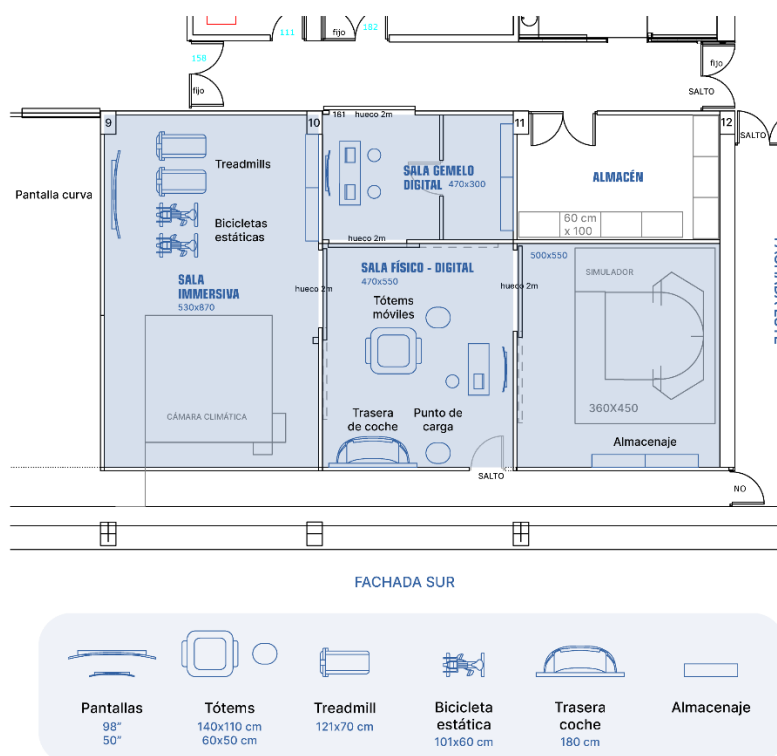
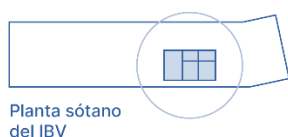


Figura 7: Plano de detalle de Virtual iMoLab.

Tal como se muestra en el plano de la *Figura 7*, la *Sala Inmersiva* ocupa una superficie total de 46 m², 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 m². 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.

La *Sala del Gemelo Digital* ocupa una superficie de 14 m², 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 m².

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.



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 demostración 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 demostración, así como los resultados obtenidos en los estudios de viabilidad, se presenta en el entregable E6.1 del presente proyecto.



www.imolab.com

Proyecto ejecutado por:



Con la financiación de:



Cofinanciado por
la Unión Europea