



CUP: E34D25002050001

CIG: BBDF00DDO

MePA – RDO 6363368 – Lotto 3



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



MIM
Ministero dell'Istruzione
e del Merito

Progetto 10.8.1.B2-FDRPOC-EM-2025-26 «Per la Scuola» – Avviso AOGABMI-88643/2025 «Laboratori»

Capitolato Tecnico Laboratorio Virtuale Chimica e Biologia

1. Oggetto della fornitura

Il presente capitolato tecnico definisce i requisiti minimi inderogabili per la realizzazione e l'implementazione di una piattaforma software, comprensiva dei relativi componenti hardware, per la simulazione immersiva di attività di laboratorio chimico e biologico mediante tecnologie di Realtà Mista (MR) erogata tramite un visore di realtà virtuale (Meta Quest), finalizzata al potenziamento della didattica laboratoriale, alla sicurezza e allo sviluppo delle competenze tecnico-scientifiche. **Il numero di visori forniti dovrà non essere inferiore alle 10 unità.** La fornitura è ricompresa nell'ambito dell'Avviso pubblico prot. n. 88643 del 03/06/2025 ("Realizzazione di laboratori innovativi e avanzati per lo sviluppo di specifiche competenze tecniche e professionali connesse con i relativi indirizzi di studio"), a valere sul POC "Per la Scuola – Competenze e ambienti per l'apprendimento" 2014-2020 – Azione 10.8.1 / Sotto-azione 10.8.1.B2).

2. Requisiti funzionali minimi inderogabili

Per garantire l'interoperabilità e la massima qualità dell'esperienza d'uso, la piattaforma proposta dovrà essere facile da usare, sicura e tecnologicamente avanzata, e rispondere ai seguenti requisiti.

Da precisare che la dotazione di PC di supporto e postazione docente non sono da ritenersi incluse (rimangono a carico dell'istituzione scolastica).

2.1 Grafica, Motore di Simulazione e Immersività

REQ 2.1.1 – Rendering Fotorealistico

Il software dovrà utilizzare tecnologie di grafica 3D avanzate in grado di garantire una resa visiva altamente realistica della vetreria, delle apparecchiature di laboratorio e della strumentazione di precisione. Gli oggetti non dovranno avere un aspetto schematico o illustrativo. Le simulazioni dovranno riprodurre fedelmente reazioni chimico-fisiche e biologiche (variazioni cromatiche, precipitazioni, effervescenza, emissioni, ecc.) al fine di facilitare l'apprendimento esperienziale, sia tramite le possibilità fornite dal motore 3D e dell'hardware del visore VR, sia tramite l'ausilio di immagini e video reali qualora i processi da illustrare necessitassero di dettagli fini.

REQ 2.1.2 – Modalità Immersiva Totale

La piattaforma dovrà essere pienamente compatibile con visori di Realtà Virtuale (VR) stand-alone, senza necessità di collegamento a PC (a parte la fase di configurazione, installazione e aggiornamento). La fruizione dovrà supportare sistemi di hand-tracking e/o controller con tracciamento a sei gradi di libertà (6DoF), consentendo la manipolazione naturale degli oggetti e garantendo un elevato livello di presenza immersiva e realismo operativo, comparabile all'esperienza in un laboratorio reale.

REQ 2.1.3 – Dualità VR/AR (Realtà Mista)

Il sistema dovrà essere predisposto per l'erogazione di contenuti in Realtà Mista (MR) come unione di realtà virtuale e realtà aumentata, finalizzati alla simulazione di scenari complessi e allo sviluppo di competenze pratiche attraverso l'apprendimento esperienziale. Le esperienze dovranno simulare un banco per esperimenti sia in modalità totalmente immersiva (visualizzando per esempio un ambiente di laboratorio virtuale) sia in modalità mista (cioè visualizzando il banco all'interno del reale ambiente fisico dove si trova lo studente) tramite l'utilizzo della funzione "passthrough". Lo studente dovrà poter posizionare il banco virtuale all'interno dell'ambiente reale tramite i controller.

2.2 Rigore Scientifico e Sicurezza

REQ 2.2.1 – Validazione Scientifica

I contenuti didattici dovranno essere sviluppati e validati in collaborazione con professionisti del settore "life sciences". Il fornitore dovrà attestare l'impiego di un team interdisciplinare composto da:

- almeno un esperto di settore (laurea in chimica, biologia, biotecnologie, chimica e tecnologie farmaceutiche) forniti dei titoli di studio e dell'esperienza necessaria per la traduzione degli esperimenti in storyboard per l'esecuzione in VR;
- sviluppatori specializzati in ambienti XR (Extended Reality).

Le attività simulate dovranno essere coerenti con protocolli e procedure di laboratorio scientificamente riconosciuti.

REQ 2.2.2 – Gestione Dinamica del Rischio

Il sistema dovrà prevedere la possibilità di modellare eventi incidentali virtuali (contaminazioni, rotture, reazioni errate) come conseguenza diretta di errori procedurali dell'utente, al fine di educare alla prevenzione, alla gestione del rischio e alla sicurezza operativa in un ambiente protetto e controllato.

2.3 Interfaccia Utente (UI) e Monitoraggio

REQ 2.3.1 – User Experience (UX)

L'interfaccia utente dovrà essere intuitiva, chiara e accessibile, ottimizzata per utenti con differenti livelli di competenza digitale.

REQ 2.3.2 – Dashboard di Controllo Docente

La piattaforma dovrà includere un sistema di gestione centralizzato, accessibile via browser, che consenta al docente il monitoraggio in tempo reale delle attività degli studenti. Il sistema dovrà generare report automatici contenenti indicatori quali: tempi di esecuzione, errori commessi, completamento delle attività e valutazione delle competenze acquisite.

2.4 Architettura, Scalabilità e Integrazione

REQ 2.4.1 – Piattaforma Server Centralizzata e Distribuzione Applicazione Unificata

La soluzione dovrà essere fondata su una piattaforma server centralizzata, accessibile via browser web, che funga da unico punto di distribuzione e gestione dell'intera suite laboratoriale. Il software installabile sui visori VR dovrà essere erogato come applicazione unica e integrata, contenente l'intero catalogo degli esperimenti disponibili (ovvero scaricandone l'ultima versione), senza necessità di installare moduli separati per ciascuna disciplina o attività. L'aggiornamento dell'applicazione sul visore dovrà essere gestibile dalla stessa piattaforma server, in modo centralizzato e senza intervento manuale sui singoli dispositivi. L'erogazione della piattaforma dovrà essere garantita per almeno 3 anni e i dati trasmessi dovranno essere protetti da protocolli di sicurezza con crittografia SSL/TLS.

REQ 2.4.2 – Gestione Utenti e Sessioni Autenticate

La piattaforma web dovrà mettere a disposizione dell'istituzione scolastica un sistema di gestione degli utenti che consenta la creazione e l'amministrazione di account distinti per docenti e discenti. Ogni sessione di laboratorio dovrà essere autenticata: prima di accedere all'esperimento il discente dovrà effettuare il login sul visore, associando la propria sessione al proprio profilo utente. Questo meccanismo dovrà garantire che i dati raccolti durante la sessione siano univocamente attribuiti all'utente autenticato. Sarà possibile anche l'esecuzione anonima se abilitata sulla piattaforma.

REQ 2.4.3 – Raccolta Dati in Tempo Reale e Log delle Azioni Utente

Durante lo svolgimento di ciascuna sessione di laboratorio, il visore dovrà trasmettere in tempo reale alla piattaforma server un flusso strutturato di dati relativi alle azioni compiute dall'utente: sequenza delle operazioni eseguite, errori procedurali, tempi di completamento dei singoli step, interazioni con gli oggetti virtuali ed eventuali eventi incidentali rilevati. Tali dati dovranno essere archiviati in un log consultabile dalla piattaforma web, destinato sia all'analisi didattica da parte del docente sia alla certificazione delle competenze acquisite dallo studente. Il sistema dovrà garantire la persistenza e l'integrità storica dei log per tutta la durata del contratto.

PREM 2.4.4 – Esperienza Comprovata del Fornitore

Verrà attribuito un punteggio premiale ai fornitori che dimostrino una comprovata esperienza (almeno quinquennale) nello sviluppo di sistemi di simulazione immersiva per la formazione/simulazione tecnica, scientifica e sulla sicurezza, con particolare riferimento a progetti validati in ambito accademico o industriale.

3. Modifica e Creazione degli Esperimenti lato Docente tramite Scripting – CRITERIO PREMIALE

Quanto viene descritto nel presente capitolo costituisce non requisito obbligatorio, ma premiale. Ovvero un elemento migliorativo facoltativo da valutare all'interno del Criterio 3 ("Caratteristiche migliorative e innovative").

Tutti gli esperimenti forniti dalla piattaforma dovranno essere interamente modificabili dal personale docente senza richiedere competenze di sviluppo sul motore grafico o sul sistema di interazione del visore VR. A tale scopo la piattaforma dovrà esporre un linguaggio di scripting intermedio, documentato e dedicato, tramite il quale sia possibile descrivere e controllare tutti gli elementi costitutivi di un esperimento, tra cui:

- creazione e configurazione degli oggetti 3D presenti nella scena (tipo, posizione, scala, proprietà fisiche e visive);
- definizione della sequenza dei passaggi procedurali e delle relative interazioni utente;
- riproduzione di media associati (immagini, video, audio) in corrispondenza di eventi specifici;
- annotazione e raccolta dei risultati attesi e degli indicatori di valutazione.

I sorgenti scripting di tutti gli esperimenti dovranno essere accessibili e modificabili direttamente dalla piattaforma web tramite un sistema di editing avanzato integrato (IDE con funzionalità di auto-completamento e validazione sintattica in linea), senza necessità di strumenti esterni. L'applicazione installata sul visore dovrà scaricare e caricare automaticamente l'ultima versione pubblicata degli esperimenti ad ogni avvio della sessione, garantendo che le modifiche apportate dal docente siano immediatamente disponibili senza ulteriori interventi sul dispositivo.

Il medesimo sistema dovrà consentire alla scuola e al personale docente, previa auto-formazione tramite il manuale di scripting fornito dal fornitore, di creare nuovi esperimenti completi a partire dagli oggetti 3D e dai componenti di interazione già disponibili nella libreria della piattaforma, estendendo così autonomamente il catalogo laboratoriale senza dipendere da interventi del fornitore.

4. Specifiche del Contenuto Didattico

Il sistema di simulazione deve fornire un catalogo completo e integrato, che permetta l'esecuzione dei seguenti protocolli sperimentali. Le simulazioni non devono essere semplici animazioni lineari, ma devono basarsi su un motore matematico-scientifico capace di reagire in modo dinamico agli input dell'utente: ogni errore procedurale deve generare un risultato coerente con la realtà (es. mancata reazione, rottura della vetreria, contaminazione del campione) per garantire l'efficacia del metodo Trial & Error.

EXP 4.1 – Estrazione DNA

Estrazione della molecola di DNA a partire da una matrice vegetale mediante precipitazione con solvente.

EXP 4.2 – DNA FingerPrinting

Simulazione di una scena del crimine in cui gli studenti devono determinare il colpevole mediante comparazione dei profili genetici.

EXP 4.3 – Analisi Amido

Test colorimetrico di riconoscimento qualitativo degli amidi negli alimenti.

EXP 4.4 – Analisi Carboidrati

Test colorimetrico di riconoscimento qualitativo delle tre categorie di zuccheri: monosaccaridi, disaccaridi, polisaccaridi.

EXP 4.5 – Bioplastiche

Sintesi di un campione di bioplastica partendo da un polimero naturale, l'amido.

EXP 4.6 – Cristallizzazione Solfato Rameico

Cristallizzazione di solfato rameico a partire da un miscuglio con sabbia.

EXP 4.7 – Distillazione Semplice di una Soluzione

Distillazione semplice di una soluzione di acqua e glicerolo.

EXP 4.8 – Distillazione Frazionata del Vino

Distillazione frazionata del vino con raccolta delle differenti frazioni.

EXP 4.9 – Saggio alla Fiamma

Determinazione della composizione qualitativa di un miscuglio incognito mediante colorazione alla fiamma bunsen.

EXP 4.10 – Solubilità in Solventi Polari e Apolari

Determinazione della polarità di differenti soluti mediante prove di solubilizzazione in solventi polari e apolari.

EXP 4.11 – Trasformazione Batterica

Inserimento di un plasmide ricombinante in cellule di E. coli competenti.

EXP 4.12 – Test ELISA

Test di rilevazione della reazione antigene-anticorpo.

EXP 4.13 – Reazioni Redox Parte 1

Individuazione delle trasformazioni chimiche generate dal contatto di un metallo con una soluzione elettrolitica.

EXP 4.14 – Reazioni Redox Parte 2

Costruzione della Pila di Daniell e misurazione della differenza di potenziale.

5. Servizi Accessori Richiesti

SER 5.1 – Formazione del Personale Docente

Il fornitore dovrà erogare un ciclo di formazione di 4 ore dedicato all'utilizzo del visore e della piattaforma di gestione, oltre alla consegna di manuali per l'auto-apprendimento del sistema di scripting, finalizzati alla modifica e alla creazione autonoma di nuovi esperimenti da parte del personale docente.

SER 5.2 – Supporto Tecnico

Assistenza tecnica remota con sistema di apertura ticket e tempistiche di intervento garantite entro 2 giorni lavorativi dalla segnalazione.

SER 5.3 – Aggiornamenti Software

Il fornitore dovrà garantire aggiornamenti software per un periodo di 3 anni dalla data di consegna. Il sistema dovrà rimanere pienamente operativo anche in assenza di aggiornamenti, senza interruzione delle funzionalità principali.

Cento, 29 maggio 2026

Il Dirigente Scolastico

R.U.P.

Dott.ssa Elena Accorsi

(f.to digitalmente ai sensi D.Lgs. 82/2005)