

The logo for INAIL (Istituto Nazionale per lo Studio e la Cura delle Infortuni e Malattie del Lavoro) is displayed in white text on a dark blue background. Below the text is a horizontal line with the colors of the Italian flag: green, white, and red.

Bologna, 28 maggio 2026

Le tecnologie digitali per un apprendimento basato sull'esperienza: una ricerca applicata per validare nuovi strumenti formativi

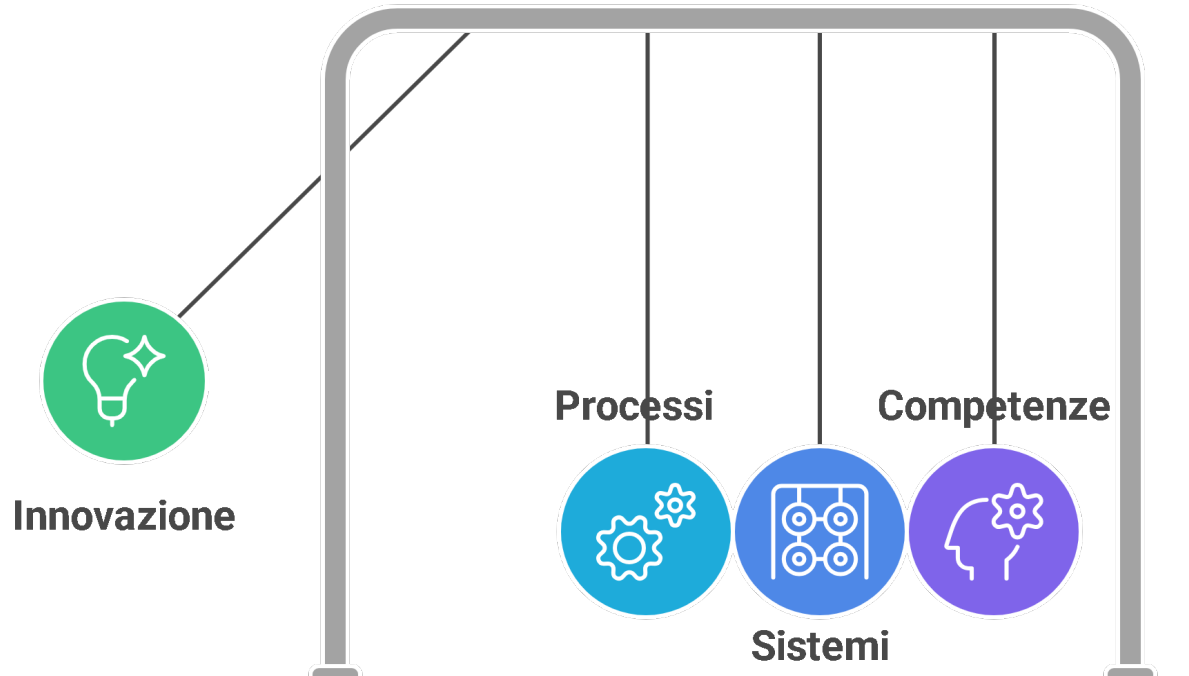


Il progetto FEREO: esperienza virtuale di applicazione della procedura LOTO

Sara Stabile
Dipartimento Medicina, Epidemiologia, Igiene del
Lavoro e Ambientale



Evoluzione dei modelli aziendali basato sugli avanzamenti tecnologici

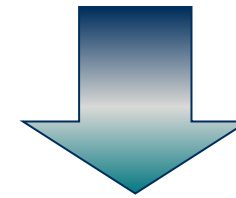


Riduzione rischi tradizionali

(es. attività faticose, ripetitive, complesse,
pericolose)

Introduzione di rischi nuovi ed emergenti

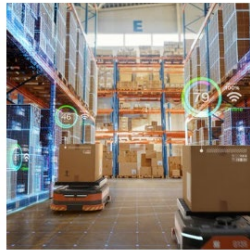
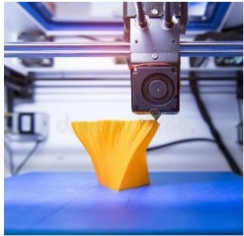
(es. interfaccia uomo-macchina, nuovi materiali e
processi, fattori psicosociali)



Metodi di valutazione dei rischi e gestione della SSL

SISTEMI SOCIOTEKNICI COMPLESSI

FORMAZIONE AGENTE PRIMARIO PER IL CAMBIAMENTO



COMPETENZE
HARD + SOFT

MIX INDISPENSABILE PER IL LAVORO
DEL FUTURO

INAIL

Il progetto FEREO: esperienza virtuale di applicazione della procedura LOTO

Future of Jobs Report 2025



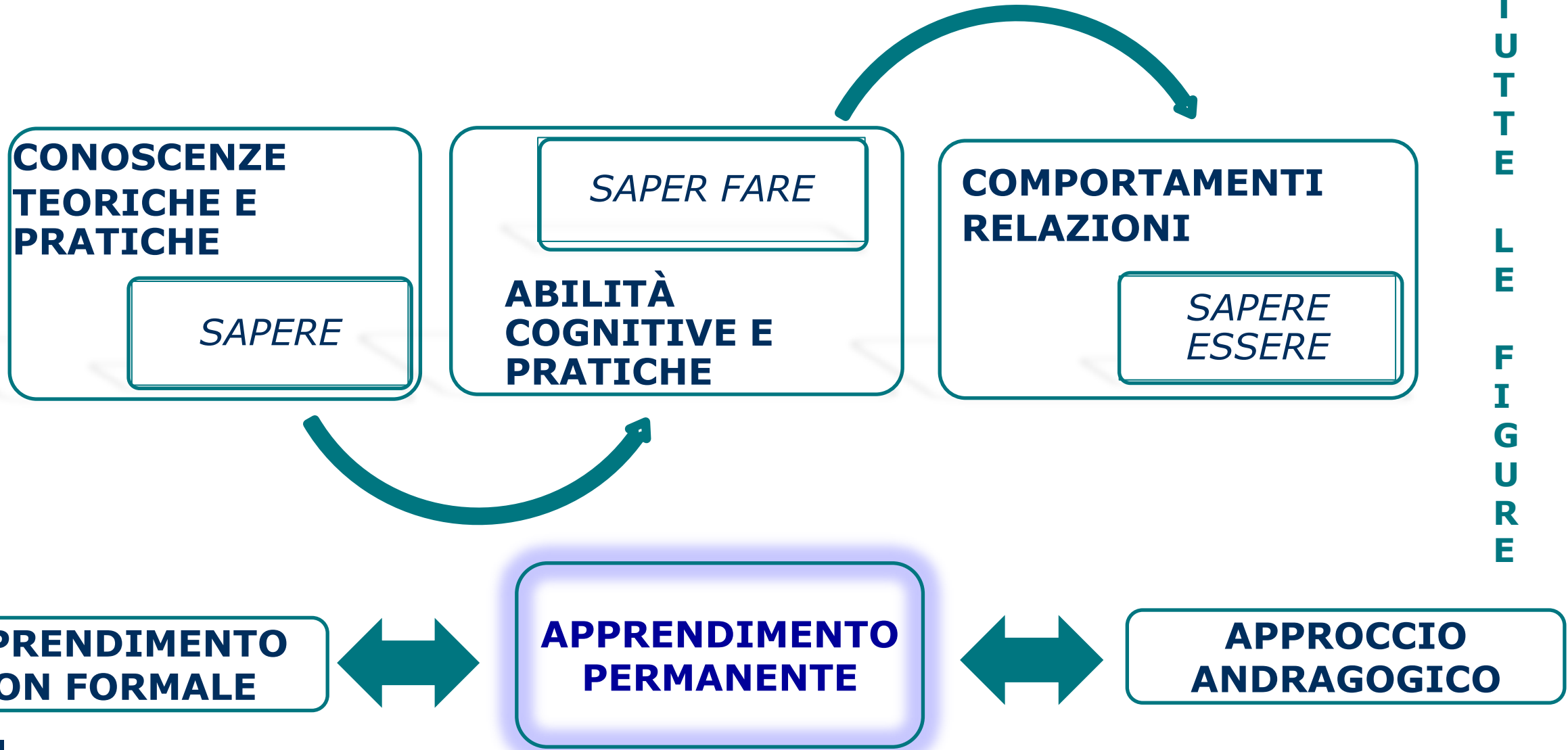
Le 10 competenze in più rapida crescita entro il 2030

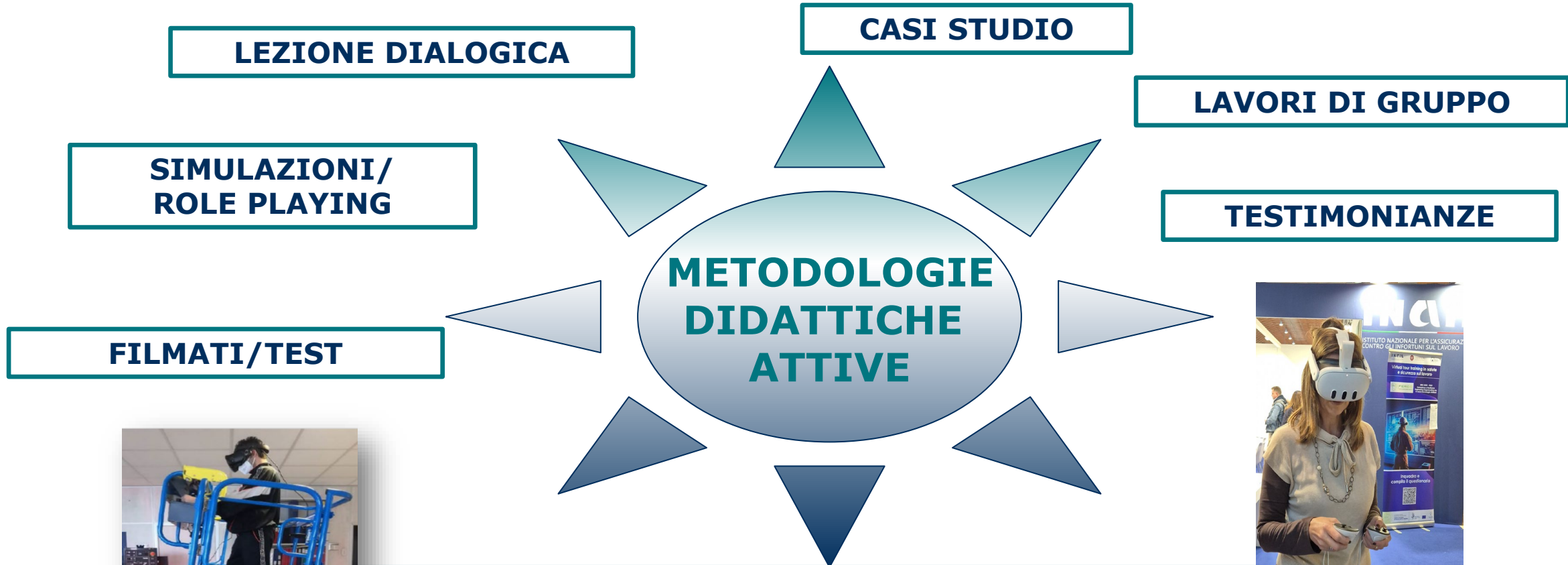
1.  AI e big data
2.  Reti e sicurezza informatica
3.  Alfabetizzazione tecnologica
4.  Pensiero creativo
5.  Resilienza, flessibilità e agilità
6.  Curiosità e apprendimento continuo
7.  Leadership e influenza sociale
8.  Gestione dei talenti
9.  Pensiero analitico
10.  Gestione ambientale

 Abilità cognitive  Autoefficacia  Lavorare con gli altri  Capacità di gestione  Competenze tecnologiche  Etica

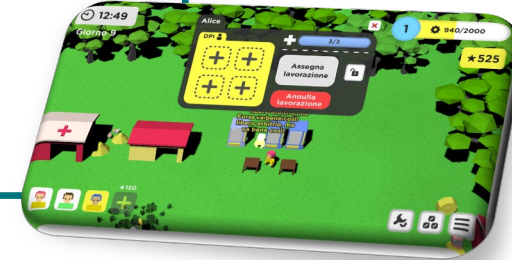
LA FORMAZIONE ALLA SSL: PROCESSO EDUCATIVO CONTINUO

TUTTE
LE
FIGURE





**REALTÀ AUMENTATA E VIRTUALE
SIMULATORI VIRTUALI E FISICI
GAMIFICATION**



Legge 11 marzo 2026 n. 34 Legge annuale sulle piccole e medie imprese

Articolo 10

Modelli semplificati di organizzazione e gestione in materia di salute e sicurezza sul luogo di lavoro, formazione dei lavoratori in cassa integrazione guadagni-CIG nonché semplificazioni amministrative per le imprese agricole



sostituisce il **comma 5 dell'art. 37 del D.lgs. 81/08**



! IN VIGORE DAL 7 APRILE 2026 !

*"L'addestramento viene svolto da personale qualificato direttamente sul posto di lavoro. Consiste in prove pratiche per un uso sicuro e corretto di attrezzature, macchinari, impianti, sostanze e dispositivi (inclusi quelli di protezione individuale), oltre a esercitazioni sulle procedure operative in sicurezza. **È possibile realizzare le attività di addestramento anche tramite moderni sistemi di simulazione in ambienti reali o virtuali, e ogni intervento deve essere registrato in appositi archivi, anche informatici"***

Strumento di supporto alla formazione in SSL

- ✓ Scenari realistici e coinvolgenti
- ✓ Flessibilità e riproducibilità degli ambienti virtuali
- ✓ Gestione sicura degli scenari di rischio e di contesti complessi
- ✓ Apprendimento esperienziale privo di rischi
- ✓ Formazione di più persone contemporaneamente
- ✓ Personalizzazione in base ai ruoli, processi e caratteristiche individuali
- ✓ Rischio di eccessiva enfasi sull'esperienza pratica a scapito della riflessione teorica
- ✓ Possibili disagi fisici e cognitivi derivanti dall'uso prolungato dei visori (ad es. la cybersickness)
- ✓ Mancanza di metriche condivise per valutare l'efficacia formativa
- ✓ Ridefinizione dei tempi della didattica
- ✓ Aspetti di natura etica e giuridica legati alla gestione dei dati particolari (tempi di reazione, tracciamento oculare, performance cognitive, ecc.)

RESEARCH ARTICLE

Enhancing Occupational Safety and Health Training: A Guideline for Virtual Reality Integration

MARGHERITA BERNABEI¹, SILVIA COLABIANCHI², MARCO CARLI³, (Senior Member, IEEE), FRANCESCO COSTANTINO², ANNA FERRAROTTI³, (Graduate Student Member, IEEE), MICHAEL NERI³, (Graduate Student Member, IEEE), AND SARA STABILE⁴

¹Department of Mechanical and Aerospace Engineering, Sapienza University of Rome, 00184 Rome, Italy

²Department of Computer, Control and Management Engineering "Antonio Ruberti," Sapienza University of Rome, 00185 Rome, Italy

³Department of Industrial, Electronic and Mechanical Engineering, University of Roma Tre, 00146 Rome, Italy

⁴Department of Occupational and Environmental Medicine, Epidemiology and Hygiene, INAIL, 00144 Rome, Italy

Corresponding author: Anna Ferrarotti (anna.ferrarotti@uniroma3.it)

This work was supported by Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro (INAIL) under Grant BRIC2022-ID63 Fereò.



Identificare gli elementi chiave da considerare durante tutte le fasi del processo formativo

Definire linee guida per la progettazione, sviluppo, implementazione e validazione di soluzioni VR

OBIETTIVO GENERALE

**TOOL DI
AUTOVALUTAZIONE
DELLO STATO
POTENZIALE DI
RESILIENZA**

**STRUMENTI DI
FORMAZIONE SSL
BASATI SULLA VR**



**Dipartimento di medicina,
epidemiologia, igiene del lavoro e
ambientale**



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

**D.I. Dipartimento di Ingegneria
Meccanica e Aerospaziale**



Roma Tre

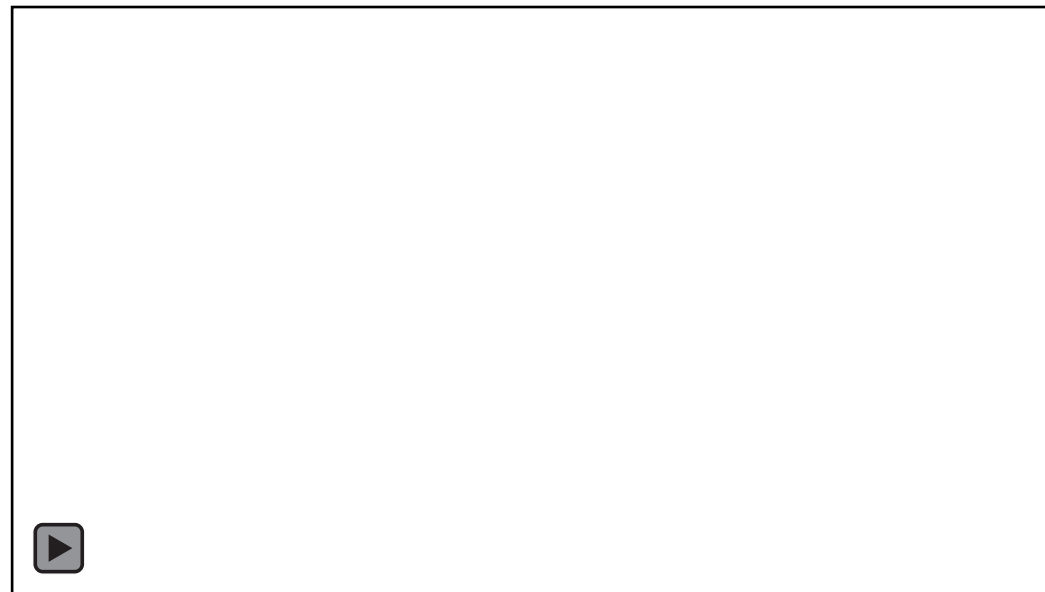
**U.O. Dipartimento di Ingegneria
Industriale, Elettronica e
Meccanica**



OBIETTIVO SPECIFICO 3

Inail, Roma 16 settembre 2024

- ✓ Analisi della letteratura scientifica relativa all'impiego della Realtà Virtuale (VR) per scopi di formazione
- ✓ Identificazione del contesto applicativo di progetto
 - ✓ Sviluppo, sperimentazione e verifica dell'efficacia della soluzione prototipale di Virtual Tour training



Definizione della procedura di training

Sviluppo della soluzione su Unity

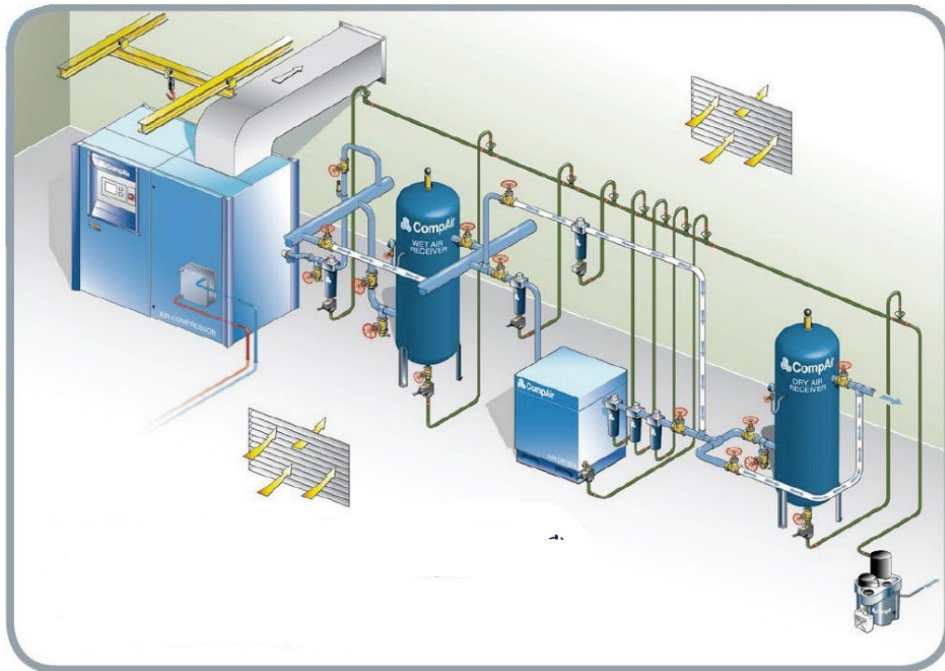
Distribuzione dell'applicazione sui dispositivi

Sperimentazioni



Procedura LOTO (LOCKOUT/TAGOUT)

Eseguire correttamente la procedura di pulizia di un filtro di un compressore ad aria



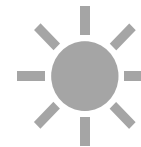
LOCKOUT
blocco fisico
della fonte di
energia



TAGOUT
etichettatura con
informazioni
sull'intervento



più **persone** possono lavorare
insieme sulla stessa macchina

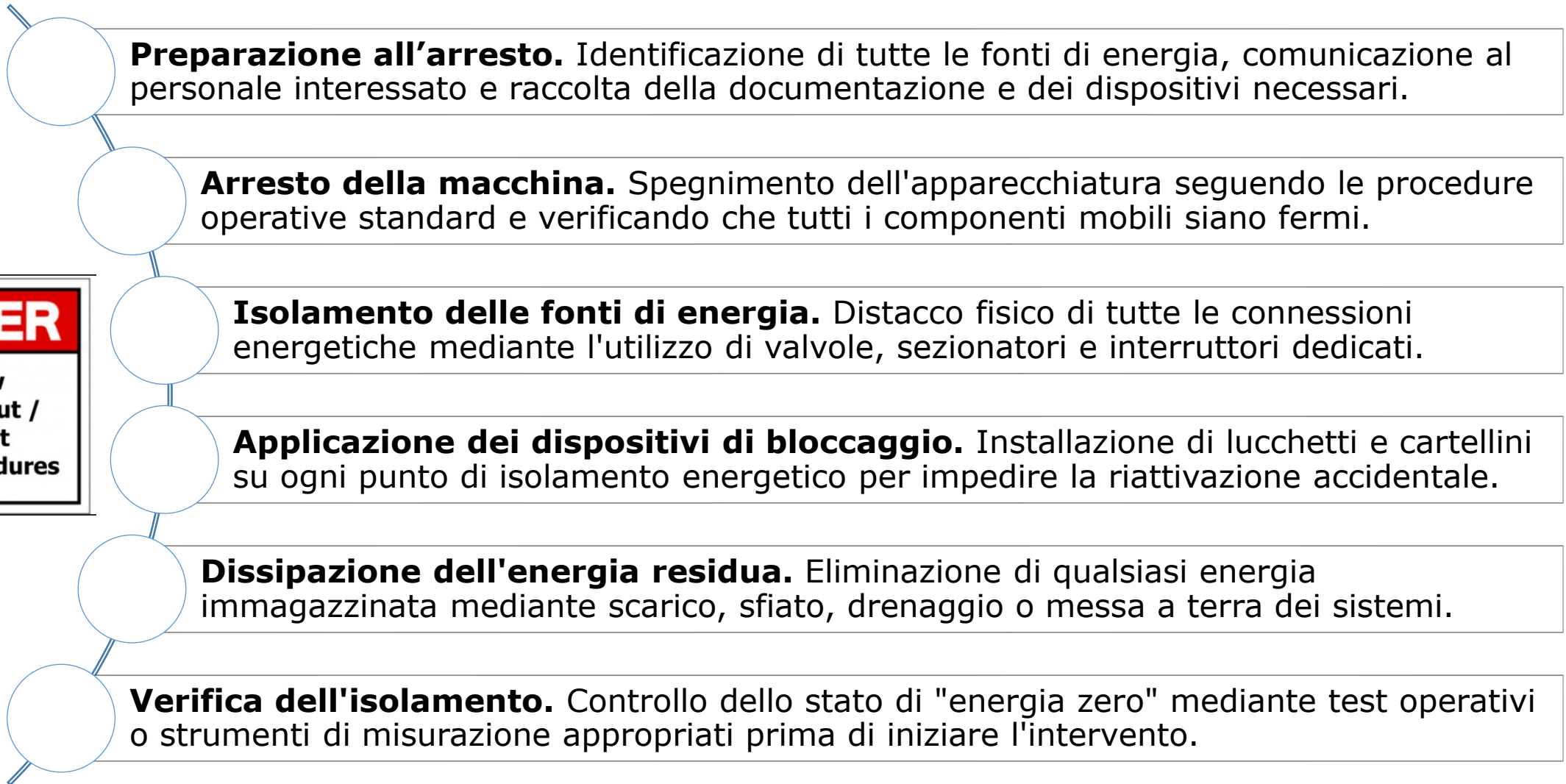


numerosi **fonti di energia** da
gestire



evitare **riattivazione accidentali**

LE FASI DELLA PROCEDURA LOTO





Eeguire correttamente la procedura di pulizia di un filtro di un compressore ad aria

MODELLO COGNITIVO: SKILL-RULE-KNOWLEDGE (SRK)

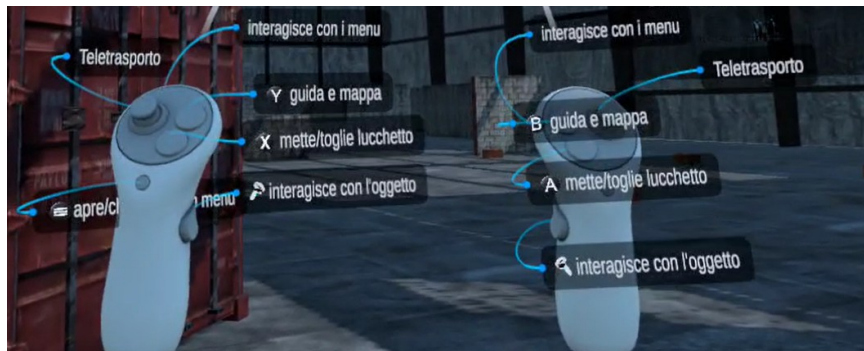
Classificazione del comportamento

Guida per la definizione degli obiettivi di apprendimento

- ✓ stimolare la capacità di andare oltre la mera applicazione meccanica delle regole «*quando le regole non bastano*»
- ✓ costruire risposte efficaci anche davanti a scenari nuovi e non codificati



FORMAZIONE ESPERIENZIALE IN VR IN LINEA CON IL MODELLO SRK



- facilita l'**apprendimento situato**, dove la conoscenza è acquisita nel contesto specifico in cui deve essere applicata, aumentando il *transfer* di competenza al lavoro reale
- ricrea **condizioni inattese** (*black swan events*) e **situazioni di emergenza** che sarebbero impraticabili o troppo pericolose da sperimentare nella realtà
- tecnologia immersiva come **strumento di misurazione** (monitorare l'impatto psicofisico e metriche comportamentali e decisionali degli utenti)



dati oggettivi per la valutazione dell'efficacia della formazione

FORMAZIONE NON SOLO SULL'APPLICAZIONE DELLE REGOLE MA SULLE CAPACITÀ DI *PROBLEM-SOLVING* E *DECISION-MAKING*

Scenario di base - **TRAIL & ERROR** (formazione skill and rule-based)

- l'internalizzazione automatica dei passaggi della procedura
- l'ambiente riproduce una situazione ideale in cui "tutto va come dovrebbe"
- gli errori, generano un *feedback* immediato e richiedono il riavvio della procedura, rafforzando così il comportamento rule-based

Scenario avanzato - **LOTO & VARIABILITY** (formazione knowledge-based)

- introduce elementi di imprevedibilità e variabilità
- combina la conoscenza procedurale con la valutazione della situazione
- stimola il livello cognitivo più elevato (knowledge-based) con l'implementazione di soluzioni nuove e non programmate

VALUTAZIONE DELL'EFFICACIA DEL PROTOTIPO SVILUPPATO IN VR

**PROTOCOLLO
SPERIMENTALE**



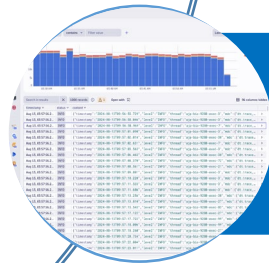
**APPROVATO DAL
COMITATO ETICO**



**Valutazione della Qualità
dell'Esperienza**



**Valutazione
dell'apprendimento**



**Monitoraggio delle prestazioni
operative**

PROTOCOLLO SPERIMENTALE

Fase 1 – TEST PILOTA VR

TEMPO 0 - Spiegazione iniziale

lo scopo del progetto FEREO, le procedure LOTO, il funzionamento dei comandi per svolgere l'esperienza virtuale

TEMPO 1 - Esecuzione dell'esperimento

supporto di un tutorial e sotto la supervisione di un tutor

TEMPO 3 – Valutazione dell'esperienza soggettiva

- CYBERSICKNESS
- CARICO COGNITIVO
- PRESENZA SPAZIALE E IMMERSIONE
- USABILITÀ DEL SISTEMA

SSQ: Kennedy, R. S., Lane, N. E., Berbaum, K. S., & Lilienthal, M. G. (1993). Simulator sickness questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness. *International Journal of Aviation Psychology*, 3(3), 203–220.

NASA-TLX: Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In *Advances in psychology* (Vol. 52, pp. 139-183). North-holland.

PQ: Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence*, 7(3), 225-240.

SUS: Bangor, A., Kortum, P. T., & Miller, J. T. (2008). An empirical evaluation of the system usability scale. *Intl. Journal of Human-Computer Interaction*, 24(6), 574-594.

DIMENSIONI DELLA QUALITÀ DELL'ESPERIENZA IN VR

CYBERSICKNESS



Disagio provato dall'uso delle tecnologie immersive dovuto alla discordanza tra gli stimoli visivi e il sistema vestibolare

CARICO COGNITIVO



Quantità di risorse mentali richieste per elaborare stimoli immersivi, interagire con l'ambiente virtuale e svolgere un compito

PRESENZA



Sensazione di sentirsi fisicamente presente nell'ambiente virtuale e di essere capaci di interagirci

USABILITÀ



Percezione di poter utilizzare lo strumento proposto per raggiungere l'obiettivo desiderato

PROTOCOLLO SPERIMENTALE

Fase 2 – SPERIMENTAZIONE ESTESA

Verifica dell'efficacia dell'utilizzo della VR rispetto alla formazione tradizionale ai fini dell'apprendimento

Gruppo 1 FORMAZIONE TRADIZIONALE

- Fase 0: Introduzione
- Fase 1: Formazione tradizionale (R+S)
- Fase 2: Formazione tradizionale (K)

Gruppo 2 FORMAZIONE VR

- Fase 0: Introduzione
- Fase 1: Formazione VR (R+S)
- Fase 2: Formazione VR (K)

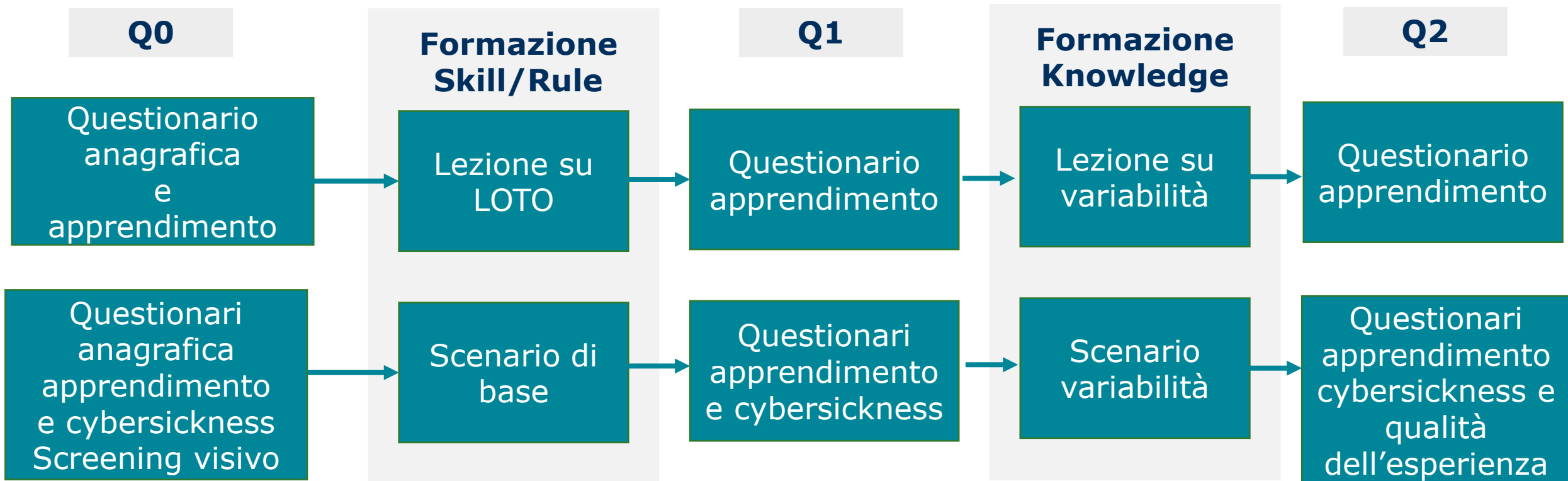
Valutazione dell'apprendimento con un questionario basato sul modello SRK somministrato ex ante e post formazione

VALUTAZIONI OGGETTIVE E SOGGETTIVE (Formazione VR)

- **Questionario sulla qualità dell'esperienza immersiva**
- **Prestazioni operative: *Tempo di esecuzione e errori commessi nei diversi scenari***

PROTOCOLLO SPERIMENTALE

Fase 2 – SPERIMENTAZIONE ESTESA



CONCLUSIONI

- ✓ Apprendimento ottenuto in VR **comparabile** con la formazione tradizionale
- ✓ Esperienza immersiva **efficace** e **sicura**
- ✓ Strumento **scalabile** e **configurabile**
- ✓ **Limiti e prospettive**
 - ✓ Campione contenuto e necessità di validazione in ambienti reali
 - ✓ Applicazioni aziendali su larga scala
 - ✓ Valutazione del trasferimento della formazione a lungo termine

TECNOLOGIE DIGITALI E FORMAZIONE ALLA SSL



- **La formazione alla SSL deve tener conto delle innovazioni apportate dalle tecnologie digitali ai processi di apprendimento**
- **Integrazione di pluralità delle metodologie formative in una prospettiva di lifelong learning**

- **I formatori devono possedere le competenze necessarie per utilizzare le tecnologie in modo efficace e creativo**
- **Uso sicuro delle tecnologie immersive: valutare e gestire i rischi potenziali**

Raccomandazione del Consiglio Europeo relativa alle competenze chiave per l'apprendimento permanente, 22.05.2018
Piano d'azione per l'istruzione digitale 2021-2027
ILO (2025) Rivoluzionare la salute e sicurezza sul lavoro: l'intelligenza artificiale e la digitalizzazione nel mondo del lavoro



INAIL

ACCORDO STATO-REGIONI IN TEMA DI FORMAZIONE ALLA SSL: INDICAZIONI METODOLOGICHE PER I SOGGETTI FORMATORI

2025

INTRODUZIONE
L'obiettivo 4 dell'Agenda Onu 2030 mira a garantire un'istruzione di qualità, inclusiva ed equa e a promuovere opportunità di apprendimento continuo per tutti, al fine di migliorare le condizioni di vita delle persone, delle comunità e delle società. Anche l'Unione Europea attraverso il Pilastro dei diritti sociali pone l'accento sull'istruzione, la formazione e l'apprendimento permanente di qualità e inclusivo, al fine di gestire con successo le transizioni verde, digitale e demografica. Il Piano d'azione per l'istruzione digitale UE (2021 - 2027) definisce, inoltre, una visione comune rispetto a un'istruzione digitale di alta qualità, inclusiva e accessibile e punta a sostenere l'adeguamento dei sistemi di istruzione e formazione degli Stati membri nell'era digitale. In un contesto lavorativo in continua evoluzione diventa fondamentale aggiornare non solo le pratiche di prevenzione, ma anche i metodi della formazione in materia di salute e sicurezza sul lavoro (SSL). Approcci formativi innovativi personalizzati ed esperienziali che si avvalgono di tecnologie digitali, come la realtà virtuale, aumentata o mista (VR, AR, MR), i serious games e le tecnologie di intelligenza artificiale generativa, possono coinvolgere emotivamente il soggetto e favorire l'acquisizione di comportamenti responsabili e sicuri. L'Accordo Stato-Regioni del 17 aprile 2025 (ASR 2025), stabilisce un quadro normativo innovativo per la formazione obbligatoria in materia di SSL, che supera la precedente frammentazione normativa derivante dalla coesistenza di più accordi e introduce importanti novità anche sull'uso delle tecnologie digitali a supporto della formazione.

PRINCIPALI NOVITÀ DELL'ACCORDO
L'ASR 2025 rappresenta un riferimento fondamentale per tutti i soggetti per i quali è previsto l'obbligo formativo, indicando contenuti minimi, durata, periodicità e modalità dei percorsi formativi a carattere obbligatorio in SSL. Esso segna un importante passo nella riforma della formazione per la SSL, con l'introduzione di significative novità, tra le quali:

- 1. Abrogazione degli Accordi precedenti:** vengono abrogati tutti i precedenti accordi in materia di formazione, unificando e semplificando le disposizioni in un unico documento.
- 2. Nuovi corsi per DL e per soggetti che operano in ambienti confinati:** viene definito uno specifico corso per datori di lavoro, sulla base dell'obbligo di formazione previsto dalla legge 215/2021, e un corso per coloro che operano in ambienti sospetti di inquinamento o confinati, ai sensi dell'art. 2 del d.p.r. 1772/2011.
- 3. Valutazione dell'apprendimento:** è previsto un sistema di valutazione dell'apprendimento obbligatorio per tutti i corsi, di formazione e di aggiornamento, prevedendo verifiche di apprendimento dettagliate per tipologie formative (test, colloquio, simulazioni) e soglie minime di superamento.
- 4. Valutazione dell'efficacia della formazione:** l'efficacia della formazione viene misurata non solo attraverso la verifica dell'apprendimento, ma anche tramite il monitoraggio dell'implementazione delle competenze sul luogo di lavoro. In particolare, viene introdotta la verifica dell'efficacia della formazione durante la prestazione lavorativa, demandata al datore di lavoro, attraverso analisi informatiche, questionari al personale e check list di valutazione.
- 5. Individuazione dei soggetti formatori:** viene introdotta una classificazione dei soggetti formatori in tre macrocategorie (istituzionali, accreditati e altri soggetti), per garantire una formazione di pari qualità e secondo comuni standard di tutti i percorsi formativi disciplinati dall'Accordo.

Con tali modifiche l'ASR 2025 si propone di creare un sistema formativo più strutturato, fortemente orientato alla qualità di cui la verifica dell'efficacia della formazione costituirà il vero banco di prova.

INDICAZIONI METODOLOGICHE PER LA PROGETTAZIONE, EROGAZIONE E LA GESTIONE DEI CORSI
I soggetti formatori rappresentano le figure maggiormente coinvolte nell'attuazione delle nuove disposizioni, in quanto destinatari di numerosi adempimenti distribuiti in diverse sezioni del documento. L'accorpamento degli accordi attuativi in materia di formazione alla SSL, ha consentito di definire criteri comuni e uniformi per l'organizzazione dei corsi di formazione e di aggiornamento. Tali criteri sono esplicitati nella prima parte dell'accordo, che fornisce indicazioni di carattere organizzativo, tra cui: la predisposizione del progetto formativo, il limite massimo di 30 partecipanti per ciascun corso, il rapporto docente/discente di 1:6 per le attività pratiche, la frequenza minima del 90% delle ore previste per l'ammissione alla verifica finale dell'apprendimento; la predisposizione del verbale della verifica finale e dell'attestato, unico per ogni corso e con validità su tutto il territorio nazionale e la conservazione del fascicolo del corso per un periodo non inferiore a dieci anni. L'accordo nella seconda parte del documento definisce la macro-progettazione di tutti i percorsi formativi esplicitando gli obiettivi formativi, la durata minima, i contenuti generali e la sequenza logica degli argomenti, articolati in moduli. I percorsi for-

www.inail.it

<https://www.inail.it/portale/it/inail-comunica/pubblicazioni/catalogo-generale/catalogo-generale-dettaglio.2025.12.accordo-stato-regioni-formazione-ssl.html>

INAIL

RESILIENZA ORGANIZZATIVA E FORMAZIONE IN REALTÀ VIRTUALE PER LA SALUTE E LA SICUREZZA SUL LAVORO: I RISULTATI DEL PROGETTO FEREO

2026

TRAINING

COLLANA RICERCHE

<https://www.inail.it/portale/it/inail-comunica/pubblicazioni/catalogo-generale/catalogo-generale-dettaglio.2026.03.resilienza-organizzativa-formazione-in-realta-virtuale-progetto-fereo.html>

Virtual tour training in salute e sicurezza sul lavoro



FEREEO
FORMAZIONE E RESILIENZE ENGINEERING ORGANIZZATIVA

BRIC 2022 - ID63
Formazione e Resilience
Engineering Organizzativa con
le nuove tecnologie abilitanti



Seminario

**La formazione in SSL tra applicazioni innovative e novità normative:
il Virtual journey LOTO**

Sala Mozart – Padiglione 21

28 maggio, ore 14.30 – 16.40

GRAZIE PER L'ATTENZIONE
Sara Stabile
sa.stabile@inail.it