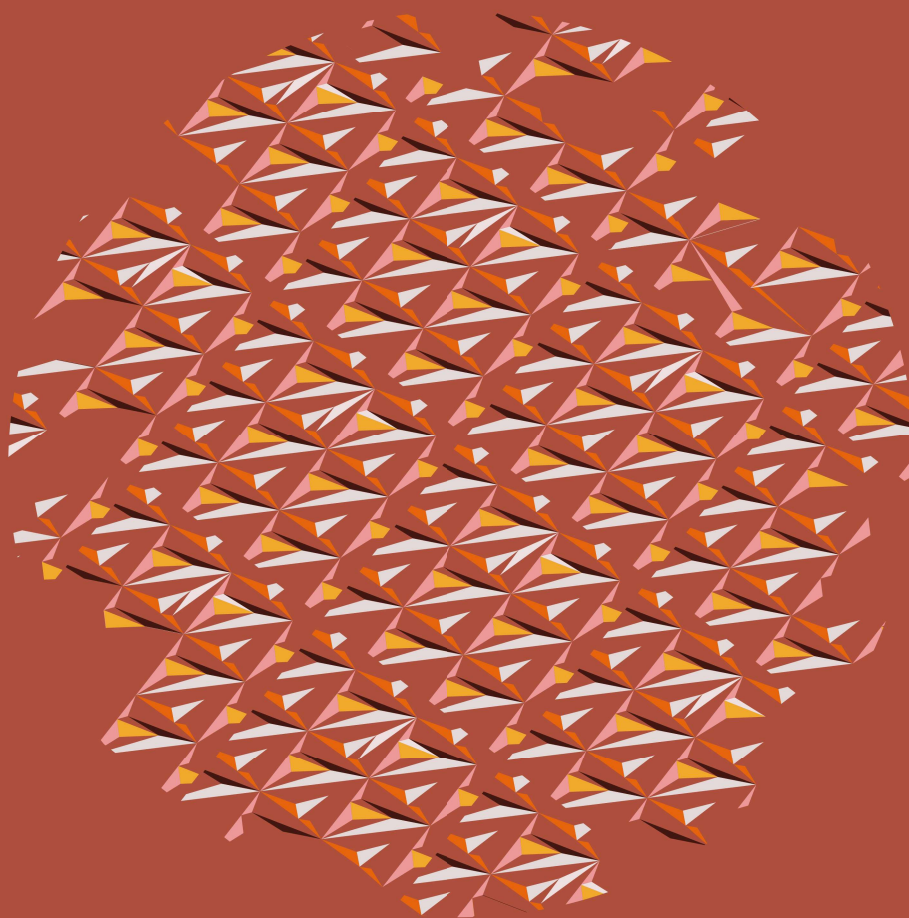


AMBIENTI FLESSIBILI

Creatività, inclusione, ecologia, reale/virtuale

Teorie e buone pratiche
per l'architettura



a cura di
LAURA FARRONI
MATTEO FLAVIO MANCINI



Roma TrE-Press
2025

Università degli Studi Roma Tre
Dipartimento di Architettura



Architettura,
Società e Innovazione

AMBIENTI FLESSIBILI

Creatività, inclusione, ecologia, reale/virtuale

Teorie e buone pratiche
per l'architettura

a cura di
LAURA FARRONI
MATTEO FLAVIO MANCINI



Roma TrE-Press

2025

La Collana *Architettura, Società e Innovazione_ASI* intende condividere e sostenere scientificamente il progetto editoriale di Roma TrE-Press, che si propone di promuovere la cultura incentivando la ricerca e diffondendo la conoscenza mediante l'uso del formato digitale ad accesso aperto. La Collana offre un luogo di confronto scientifico su temi dell'attualità di interesse multidisciplinare, interdisciplinare e transdisciplinare indagando gli spazi di intersezione tra architettura, società, formazione, produzione di cultura e innovazione di strumenti e tecnologie. Per monitorare le trasformazioni culturali, le modalità del vivere e lo sviluppo della conoscenza, le pubblicazioni raccolgono i risultati di studi ed esperienze confrontando scopi, metodi, linguaggi, strumenti e strategie che l'Università sperimenta nelle sue attività di ricerca, di didattica e di Terza Missione.

I volumi pubblicati nella Collana sono sottoposti a referaggio in "doppio cieco", affidato a un membro del Comitato Scientifico e ad un esperto esterno e, in caso di disaccordo, a un terzo revisore scelto nel Comitato Scientifico. Al Direttore e al Comitato Scientifico del Report di Ricerca spetta la decisione finale. Le pubblicazioni hanno una numerazione progressiva e eventuali richiami o citazioni ad essi devono riportare la denominazione estesa del contributo a cui si fa riferimento.

Direzione della Collana:

Laura Farroni

Comitato Scientifico della Collana:

Università degli Studi Roma Tre: Marco Canciani (DARC), Barbara De Angelis (DSF), Laura Farroni (DARC), Giovanni Formica (DARC), Luigi Franciosini (DARC), Guido Giordano (DSCI), Matteo Flavio Mancini (DARC), Paola Marrone (DARC), Ilaria Montella (DARC), Anna Lisa Tota (DFCS)

Esperti esterni: Marcello Balzani (Università degli Studi di Ferrara), Elisabetta Borgia (MiC), Alessandra Carlini (MiM), Mario Cerasoli (Sapienza Università di Roma), Gabriella Cetorelli (MiC), Massimiliano Ciammaichella (Iuav), Anna Maria Marras (ICOM Italia), Anna Osello (Politecnico di Torino), Alessandra Pagliano (Università degli Studi di Napoli Federico II), Caterina Palestini (Università degli Studi "G. d'Annunzio" Chieti-Pescara), Eva Pietroni (CNR/ISPC), Elisabetta Reale (Esperta archivi, già ICAR), Claudia Sabatano (MiM), Chiara Vernizzi (Università degli Studi di Parma), Ornella Zerlenga (Università della Campania Luigi Vanvitelli)

Comitato editoriale della Collana:

Laura Farroni, Matteo Flavio Mancini

Volume n. 4

Cura scientifica

Laura Farroni, Matteo Flavio Mancini

Impaginazione e cura editoriale

Marta Faienza, Matteo Flavio Mancini, Giorgio Tabelli

Coordinamento editoriale

Gruppo di lavoro *Roma TrE-Press*

Elaborazione grafica della copertina: **MOSQUITO**, mosquitoroma.it

Caratteri tipografici utilizzati: Roboto Slab Light e Barlow Condensed Light (copertina e frontespizio), Futura PT e Minion Pro (testo)

Edizioni *Roma TrE-Press*

Roma, gennaio 2025

ISBN 979-12-5977-430-9

<https://romatrepress.uniroma3.it/>

Progetto ECS 0000024 Rome Technopole,

CUP F83B22000040006, PNRR Missione 4

Componente 2 Investimento 1.5, finanziato

dall'Unione europea – NextGenerationEU



Quest'opera è assoggettata alla disciplina Creative Commons attribution 4.0 International Licence (CC BY-NC-ND 4.0) che impone l'attribuzione della paternità dell'opera, proibisce di alterarla, trasformarla o usarla per produrre un'altra opera, e ne esclude l'uso per ricavarne un profitto commerciale.



L'attività della *Roma TrE-Press* è svolta nell'ambito della Fondazione Roma Tre-Education
piazza della Repubblica 10, 00185, Roma

Indice

Prefazione Barbara De Angelis, Laura Farroni	8
Ambienti flessibili: ricerca scientifica, innovazione tecnologica ed ecologia dell'azione Laura Farroni	12
Flessibilità e ibridazione, ibridazione come flessibilità Matteo Flavio Mancini	16
LA DIMENSIONE CREATIVA DELLA FLESSIBILITÀ	
Il museo capovolto: Il Patrimonio culturale dentro e fuori lo spazio museale per la formazione, il benessere e la cura Vincenza Ferrara	22
Nuove sfide educative per l'edilizia storica Alessandra Carlini, Teresita D'Agostino	30
Creativity and Inclusiveness in Elementary Schools with Augmented Reality Anna Osello, Carlotta Bin, Margherita Cassis, Nicola Rimella, Elisa Stradiotto, Guillaume Tarantola	40
Il disegno di una scuola aperta alla città Nicola La Vitola	50
Il giardino flessibile. Smontaggio, demolizione, assemblaggio e riuso come strumenti per l'architettura della città contemporanea Alberto Cervesato, Tommaso Antiga	60
Cantieri di educazione. Scuola come laboratorio urbano sperimentale Renzo Lecardane, Ina Macajone, Enrica Gaia Consiglio	74
Superfici emotive. L'interattività come strumento del progetto contemporaneo Manuela Ciangola	86
Macchine da allestire: caratteri permanenti e trasformabilità dello spazio espositivo Lucia Nicolai	98
Empathic Architecture for Safe Spaces: An Ethnographic Approach to Trauma-Informed Design Gabriele Carmelo Rosato	110
Aperture. Abitare i margini attraverso le pratiche artistiche Martina Macchia	124

LA FLESSIBILITÀ PER UN APPROCCIO INCLUSIVO

- 132 **Flessibilità e inclusione negli ambienti scolastici: letture analitiche per l'adattabilità**
Caterina Palestini, Stella Lolli
- 146 **Toccare per conoscere: esperienze tattili per il Museo di Casa Romei**
Manuela Incerti
- 156 **La realtà virtuale per la fruizione inclusiva dei beni culturali**
Alessandra Pagliano, Laura Papa
- 168 **Il museo come luogo flessibile**
Flavia Coccioletti
- 176 **Musei e nuove generazioni: lo storytelling digitale per comunicare il patrimonio culturale ai giovani**
Barbara Ansaldi
- 190 **Video LIS per raccontare il patrimonio culturale fiorentino**
Marcello Scalzo, Parisa Darv

L'ECOLOGIA FLESSIBILE DEI SISTEMI COMPLESSI

- 198 **L'intelligenza artificiale come strumento per la revisione del D.M. 5 luglio 1975: progettare ambienti abitativi flessibili per l'abitare contemporaneo**
Barbara Cardone
- 212 **Valorizzare un paesaggio invisibile**
Camilla Casonato, Andres Julian Martinez
- 224 **Realtà temporanee. Impermanenza e provvisorietà del cantiere urbano come occasione di consapevolezza collettiva**
Alessandra Cirafici, Marzia Micelisopo, Paola Antimina Tuccillo
- 236 **Spazio sinergico**
Diana Carta
- 248 **Spazio, tempo e strategia. Tattiche di sopravvivenza urbana**
Eliana Saracino
- 260 **Disegnare l'Habitat fra ricerca e didattica. Una Rappresentazione in "Sette Colonne"**
Giovanni Caffio, Maurizio Unali

CONTAMINAZIONI E FLESSIBILITÀ TRA REALE E VIRTUALE

- Andria invisibile: sovrapposizioni tra reale e virtuale per la comunicazione di spazi stratificati e realtà sociali della città pugliese** 272
Adriana Caldarone, Tommaso Empler, Alexandra Fusinetti
- Strategie di fruizione urbana: Wayfinding, Computer Vision e interazioni AI** 286
Giulio Giordano
- Tra Fisico e Virtuale: Convergenze Multireligiose e Spazi Sacri Innovativi nel Territorio Trentino** 298
Angelica Federici, Silvia Omenetto
- Transfer Knowledge of Tangible and Intangible Heritage: Enhancing Made in Italy through eXtended Reality (XR) Technologies** 308
Enrico Pupi
- Utroque tempore. Se le statue potessero parlare?** 322
Laura Farroni, Massimiliano Ciammaichella, Matteo Flavio Mancini
- Metaversi anomali per il retail: Design speculativo e caso di studio nell'industria della moda** 334
Francesco Musolino, Santi Centineo, Alessandra Scarcelli, Michele Fiorentino
- Salute e sicurezza e fluidità degli ambienti di lavoro ibridi: approcci di ricerca innovativa per l'indagine della connessione tra rischio e smaterializzazione degli spazi** 350
Giuditta Simoncelli, Sara Anastasi, Emanuele Artenio, Raffaele Mariconte, Claudia Giliberti, Laura De Angelis

Barbara De Angelis

*Dipartimento di Scienze della Formazione, Università degli Studi Roma Tre
barbara.deangelis@uniroma3.it*

Professoressa Ordinaria di Pedagogia e Didattica per l'inclusione, è Delegata del Rettore alle politiche per la disabilità, i DSA e il supporto all'inclusione, e rappresentante dell'Ateneo nei Gruppi di Lavoro della RUSS (Rete delle Università per lo Sviluppo Sostenibile). È Direttrice del Corso di Specializzazione per l'insegnamento sul Sostegno presso l'Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale, e dal 2012 dirige il Master in *Storytelling: tecniche e contesti delle narrazioni*. La sua attività di ricerca, in ottica teorica e applicativa, riguarda i processi inclusivi con particolare attenzione ai dispositivi narrativi e alle dinamiche relazionali e socio-emotive nell'azione educativa.

Laura Farroni

*Dipartimento di Architettura, Università degli Studi Roma Tre
laura.farroni@uniroma3.it*

Professoressa Associata presso il Dipartimento di Architettura Università degli Studi Roma Tre, Architetto, PhD. È membro del Collegio Docenti del Dottorato di ricerca in *Architettura: innovazione e patrimonio* di Roma Tre, e del Dottorato Nazionale in *Piece Studies*. Fa parte del Comitato Tecnico Scientifico della Unione italiana per il Disegno UID, della Commissione Archivi UID e del Gruppo di lavoro *Multimedia e Tecnologie emergenti* di ICOM Italia. I suoi interessi ricadono sul patrimonio culturale tangibile e intangibile. È autrice di numerose pubblicazioni, tra cui articoli in riviste scientifiche, monografie, curatele e atti di convegni.

Prefazione

Barbara De Angelis, Laura Farroni

L'esistenza individuale e sociale si svolge inevitabilmente nei luoghi. La dimensione spaziale, dove le persone vivono esperienze, interagiscono, si muovono, lavorano, apprendono, rappresenta un elemento fondamentale che concorre alla costruzione delle identità, delle narrazioni individuali e collettive, delle forme e delle pratiche attraverso cui si percepisce il mondo e si interagisce con esso.

I luoghi – fisici, virtuali, relazionali, esterni, interni, privati, pubblici, urbani, naturali, antropici – rappresentano ecosistemi di elementi materiali e immateriali che caratterizzano i modi e le manifestazioni concrete in cui le persone abitano il mondo. Pertanto, è auspicabile tematizzare in modo sempre più esplicito e approfondito la questione della progettazione degli ambienti, con la prospettiva di delineare paradigmi e pratiche capaci di concorrere al potenziamento congiunto delle autonomie individuali e delle partecipazioni comunitarie. Si tratta di una visione emergente anche nelle politiche comunitarie e internazionali che intendono incentivare la costruzione di ambienti e servizi atti a favorire la flessibilità, l'innovazione, la coesione e l'inclusione sociale in ambito formativo, culturale, sociale. A tale proposito il 14, 15 e 16 ottobre 2024 in Umbria si è svolta la Riunione ministeriale del G7 *Inclusione e Disabilità*, dove con la partecipazione dei Ministri del G7+UE e dei Paesi dell'*outreach* si sono condivise strategie e definiti impegni per garantire a tutte le persone il diritto alla piena partecipazione alla vita civile, sociale e politica.

L'inclusione è infatti il tema prioritario delle agende politiche che intendono impegnarsi a ragionare e progettare secondo i presupposti dell'*accessibilità universale* con l'obiettivo di realizzare i diritti fondamentali per tutti. La tecnologia rientra a pieno titolo nel processo di trasformazione di paradigmi e azioni, come ambito in



grado di completare automatismi che altrimenti impiegherebbero tempi e risorse inadeguati alle esigenze contingenti, di accelerare percorsi di scelta, di moltiplicare possibilità di accessi. In questa ottica anche la dimensione ricreativa assume rilievo, con l'intento di alimentare in ogni individuo la consapevolezza della dignità della vita, efficientando al contempo la dimensione dei servizi.

Con tali premesse, qui si propone una articolazione di saggi sviluppata in due volumi, di cui il presente costituisce la sezione legata all'architettura e alla città. Il secondo volume si caratterizza, invece, per il taglio legato agli ambienti di apprendimento.

I saggi contenuti in entrambi i volumi sono l'esito di interventi presentati nel Convegno interdisciplinare *Ambienti flessibili. Creatività, inclusione, ecologia, reale/virtuale* svoltosi presso il Dipartimento di Architettura di Roma Tre, il 7 novembre 2024, a cura di chi scrive la presente prefazione.

Attraverso i due volumi si restituiscono le declinazioni del concetto di flessibilità degli ambienti e degli elementi/servizi/prodotti che partecipano della loro costituzione, e si offre un quadro delle condizioni necessarie per personalizzare le esperienze culturali e di apprendimento, rendendo esplicito che in ogni percorso formativo occorre tener presente l'inatteso e la pluralità delle condizioni in gioco.

Con questi volumi, inoltre, si intende promuovere e valorizzare una riflessione interdisciplinare, ovvero un dialogo tra diversi campi del sapere, necessaria per affrontare le sfide complesse poste dalla progettazione inclusiva, la quale necessita di efficaci modelli e prospettive metodologiche che rispondano ad una logica di integrazione non improvvisata, sistematica e circolare tra reale e virtuale come anche tra teoria e prassi, esterno ed interno, collettivo ed individuale.

I volumi sono strutturati secondo quattro sezioni che rispecchiano quattro approcci di indagine: la dimensione creativa della flessibilità; la flessibilità per un approccio inclusivo; l'ecologia flessibile dei sistemi complessi; le contaminazioni flessibili tra reale e virtuale.

Di seguito alcune specifiche per comprendere maggiormente la raccolta dei saggi per tematica, non escludendo, naturalmente, la possibilità di connessioni e rapporti dialogici tra ambiti.

La dimensione creativa della flessibilità – Abitare e costruire ambienti flessibili per la cultura e l'apprendimento non significa abbandonarsi all'arbitrarietà o all'improvvisazione, piuttosto implica una complessa capacità di progettazione e di azione che si muovano dinamicamente tra strutturazione e destrutturazione in una prospettiva creativa. In questo ambito sono accolti i contributi caratterizzati da processi creativi sperimentali e inediti, in cui la convergenza delle discipline dimostra l'eshaustività del processo o che si occupano del processo creativo al servizio della flessibilità.

La flessibilità per un approccio inclusivo – Impegnarsi nella progettazione di luoghi da utilizzare in modi flessibili permette di sostenere il processo di inclusione di tutte/i e di ciascuno volto a migliorare l'accessibilità e la partecipazione attiva. In questo ambito sono accolti contributi dimostrativi di teorie, progetti, azioni, *best practice* riguardanti le possibili forme e le modalità di inclusione che alimentano la flessibilità.

L'ecologia flessibile dei sistemi complessi – La flessibilità degli ambienti si fonda sulla valorizzazione della pluralità degli elementi contestuali e della rete di azioni e retroazioni tra elementi che costituisce la dinamica degli ecosistemi. In questo ambito sono raccolti contributi in grado di sollecitare la circolarità dei processi e l'aspetto sostenibile della cultura.

Contaminazioni e flessibilità tra reale/virtuale – L'integrazione tra la dimensione reale e quella virtuale può costituire un elemento sistematico di flessibilità che caratterizza un nuovo paradigma di progettazione degli spazi, di servizi e di prodotti. In questo ambito si distinguono contributi riguardanti l'applicazione di tecnologie digitali per la trasmissione inclusiva e partecipativa delle conoscenze.

Quindi, accessibilità, inclusione, valorizzazione, identità, memoria, società, sapere, multidisciplinarietà, transdisciplinarietà, rapporti dialogici, transizione digitale sono ambiti in cui, nei due volumi qui presentati, si sono intensificate le relazioni tra studiosi, portatori di interesse, figure del terzo settore, delle imprese e di istituzioni pubbliche e private.

Diversi, infine, sono stati i patrocini che hanno accompagnato la riflessione posta intorno alla tematica degli *Ambienti Flessibili*, a garanzia degli intenti scientifici, dell'innovazione e delle ricadute per il sociale: la Unione Italiana per il Disegno (UID), la Società italiana di Pedagogia Speciale (SiPeS) e la Fondazione Rome Technopole a cui i due volumi fanno riferimento.

Laura Farroni

Dipartimento di Architettura, Università degli Studi Roma Tre
laura.farroni@uniroma3.it

Architetto, PhD, Professore Associato presso il Dipartimento di Architettura Università degli Studi Roma Tre. È membro del Collegio Docenti del Dottorato di ricerca in Architettura: innovazione e patrimonio di Roma Tre, e del Dottorato Nazionale in Piece Studies. Fa parte del Comitato Tecnico Scientifico della Unione italiana per il Disegno, della Commissione Archivi UID e del Gruppo di lavoro Multimedia e Tecnologie emergenti di ICOM Italia. I suoi interessi ricadono sul patrimonio culturale tangibile e intangibile. È autrice di numerose pubblicazioni tra cui articoli in riviste scientifiche, monografie e curatele e atti di convegni.

Giuditta Simoncelli

Istituto nazionale per l'assicurazione contro gli infortuni sul lavoro
gi.simoncelli@inail.it

Giuditta Simoncelli, laureata in lettere, ricercatrice presso il Dipartimento Innovazioni Tecnologiche e Sicurezza degli Impianti, Prodotti e Insediamenti Antropici dell'Inail. Svolge attività di ricerca e si occupa di valutazione di rischi in materia di SSL negli ambienti di lavoro ibridi e flessibili, di sistemi di intelligenza artificiale per valutazione e contenimento dei rischi, di impatto della digitalizzazione sui processi organizzativi. Collabora con università ed enti di ricerca.

Sara Anastasi

Istituto nazionale per l'assicurazione contro gli infortuni sul lavoro
s.anastasi@inail.it

Sara Anastasi, laureata in ingegneria meccanica, prima ricercatrice presso Inail. Si occupa di accertamento tecnico per la vigilanza del mercato dei prodotti soggetti alla direttiva macchine, di utilizzo delle tecnologie abilitanti dell'industria 4.0 per la sicurezza sul lavoro, e supporto al coordinamento delle attività di verifica periodica nel settore sollevamento. In tali settori svolge attività di ricerca e normazione, collaborando con associazioni di categoria, organismi di normazione e altri enti di ricerca.

Emanuele Artenio

Istituto nazionale per l'assicurazione contro gli infortuni sul lavoro
e.artenio@inail.it

Emanuele Artenio, ingegnere civile, tecnologo presso il Dipartimento Innovazioni Tecnologiche e Sicurezza dell'Inail. Si occupa di attrezzature a pressione, certificazione, omologazione e ispezione per la Direttiva PED 2014/68/UE e impianti a rischio d'incidente rilevante (D.Lgs. 105/2015) e attività di ricerca e normazione, collaborando con associazioni di categoria e organismi di normazione su attrezzature a pressione, controlli non distruttivi con droni, digitalizzazione e industria 4.0 per la SSL.

Raffaele Maricone

Istituto nazionale per l'assicurazione contro gli infortuni sul lavoro
r.maricone@inail.it

Raffaele Maricone è Ingegnere Meccanico, specializzato nel campo dell'acustica con un'esperienza pluriennale. È iscritto all'elenco nazionale ENTECA dei Tecnici Competenti in Acustica. Dal 2020 è ricercatore a tempo indeterminato presso il Dipartimento di Innovazione Tecnologica dell'Inail, dove continua a occuparsi di tematiche correlate all'acustica e alla salute e sicurezza dei lavoratori anche in riferimento alle nuove tecnologie.

Claudia Giliberti

Istituto nazionale per l'assicurazione contro gli infortuni sul lavoro
c.giliberti@inail.it

Claudia Giliberti nasce a Roma il 31/05/68. Si laurea in Fisica alla Sapienza nel 1993, dove consegue anche il Diploma di Specialista in Fisica Sanitaria e il Dottorato in Igiene Industriale e Ambientale. Dal 1997 al 2010 è Ricercatore presso ISPESL, confluito nel 2010 in Inail. Attualmente è Primo Ricercatore presso Inail, Roma, DIT. La sua attività di ricerca riguarda prevalentemente la valutazione e gestione del rischio da esposizione ad agenti fisici nei luoghi di lavoro e di vita.

Laura de Angelis

Istituto nazionale per l'assicurazione contro gli infortuni sul lavoro
la.deangelis@inail.it

Laura De Angelis, laureata in giurisprudenza e abilitata all'esercizio della professione forense, primo tecnologo giuridico presso il Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici dell'Inail. Svolge attività di ricerca e si occupa di diritto e sostenibilità delle nuove tecnologie, valutazione dei rischi negli ambienti di lavoro ibridi e flessibili e della tutela dei dati personali nell'ambito della digitalizzazione del lavoro.

Salute, sicurezza e fluidità degli ambienti di lavoro ibridi: approcci di ricerca innovativa per l'indagine della connessione tra rischio e smaterializzazione degli spazi

Giuditta Simoncelli, Sara Anastasi, Emanuele Artenio, Raffaele Mariconte, Claudia Giliberti, Laura de Angelis

Abstract

Lo spazio è uno degli aspetti fondanti della salute e sicurezza sul lavoro (SSL) per la misura dei rischi specifici a cui è esposto il lavoratore. L'impossibilità di individuare preventivamente il luogo di lavoro da parte del datore rende difficile la gestione della prevenzione nell'ambito del lavoro ibrido. L'ambiente di lavoro acquista caratteri ibridi e fluidi, determinati dalla molteplicità, sovrapposizione de-materializzazione e virtualità degli spazi e degli strumenti di vita e di lavoro e dalla conseguente dinamicità dei rischi. Le funzioni predittive dell'intelligenza artificiale generativa possono supportare la prevenzione in questo contesto.

Space is one of the foundational aspects of occupational health and safety (OHS) for measuring the specific risks to which workers are exposed. The inability of employers to preemptively identify the workplace complicates the management of prevention in the context of hybrid work. The work environment acquires hybrid and fluid characteristics, determined by the multiplicity, overlap, dematerialization, and virtuality of life and workspaces and tools, and by the consequent dynamism of risks. The predictive functions of generative artificial intelligence can support prevention in this context.

Parole chiave

Salute e sicurezza sul lavoro; Intelligenza artificiale generativa; Ambienti ibridi e fluidi; Lavoro da remoto a distanza

Occupational Health and Safety; Generative Artificial Intelligence; Hybrid and Fluid Environments; Remote Work

Introduzione

Il lavoro da remoto a distanza, prima della pandemia da Covid 19, era contenuto nella maggioranza degli Stati, tranne poche eccezioni. Seppure si debba riconoscere alla pandemia l'accelerazione nell'evolvere di aziende e lavoratori verso modelli ibridi, è nello sviluppo di Internet e delle nuove tecnologie della comunicazione e dell'informazione che deve rintracciarsi l'origine dell'evoluzione verso nuovi modelli organizzativi e una natura mobile dell'ambiente di lavoro.

Il protrarsi della pandemia ha portato aziende e lavoratori a evolvere e consolidare in modelli ibridi ma la natura flessibile dei nuovi ambienti di lavoro ha un'origine strettamente correlata allo sviluppo di Internet e delle nuove tecnologie della comunicazione e dell'informazione che ha comportato lo sviluppo di nuovi modelli organizzativi e una nuova natura mobile dell'ambiente di lavoro. La «dematerializzazione degli spazi» lavorativi (MALZANI, 2014: 13-14) pone nuove sfide alla salute e sicurezza sul lavoro, tradizionalmente connessa alla fissità del luogo della prestazione. La normativa italiana in materia di SSL si fonda sulla relazione tra tempo, spazio e natura della prestazione lavorativa (TIRABOSCHI, 2016: 27) che i dispositivi tecnologici hanno rivoluzionato sviluppando un nuovo scenario esperienziale, l'infosfera (TOFFLER, 1987: 48-49) che combina le tre categorie in una rete di connessioni incessanti. In Italia la sicurezza è disciplinata dal D.Lgs. 81/2008 e ss.mm. (Testo Unico sulla salute e sicurezza sul lavoro). L'articolo 62 del Testo Unico sulla Sicurezza sul Lavoro definisce gli ambienti di lavoro come: «luoghi destinati ad ospitare posti di lavoro, ubicati all'interno dell'azienda o dell'unità produttiva, nonché ogni altro luogo di pertinenza dell'azienda o dell'unità produttiva accessibile al lavoratore nell'ambito del proprio lavoro». Pertanto, il luogo di lavoro corrisponde a un'unità datoriale sul quale tradizionalmente si plasma la valutazione e individuazione del rischio del lavoratore correlato alla mansione che svolge.

Secondo European Agency for Safety and Health at Work «il lavoro ibrido è una combinazione di telelavoro e lavoro presso la sede del datore di lavoro. In questa forma di lavoro, un dipendente può lavorare sia dall'ufficio che da casa (o da uno spazio ufficio fuori casa dedicato al telelavoro o da un altro luogo come un bar, un mezzo di trasporto, ecc.).» (Eu-OSHA, 2023: 1). Nell'ambito del lavoro ibrido l'utilizzo delle tecnologie digitali e della connessione è indispensabile per l'esecuzione della prestazione a distanza. In Italia sotto l'etichetta di lavoro a distanza si intendono diverse modalità di lavoro che comprendono sia il telelavoro sia il lavoro agile sia il lavoro da remoto, puntualmente regolamentati da specifiche normative, anche per quanto riguarda la sicurezza. Nell'estate del 2020, poco più del 33% dei lavoratori europei lavorava esclusivamente da casa, percentuale che è scesa al 25% nel 2021. Il ritorno sul posto di lavoro sembra essere proseguito con la revoca delle restrizioni: nella primavera del 2022, con il consolidarsi del lavoro ibrido, solo il 12% lavorava esclusivamente da casa. Nel 2022, nei settori telelavorabili, il 41% ha adottato il telelavoro, il 33% un modello ibrido e il 26% ha lavorato solo in ufficio (EUROFOUND, 2022: 3).

Il lavoro ibrido è figlio e sintesi dell'esperienza pandemica e post – pandemica, con caratteristiche proprie che, a parer nostro, vanno oltre la semplice alternanza tra lavoro in sede e fuori dalla sede, possibilità in realtà già prevista nelle altre modalità di lavoro a distanza. L'ibridismo riguarda infatti anche la pluralità degli ambienti dove si esegue l'attività lavorativa, l'estensione delle occupazioni remotizzabili a settori industriali e categorie professionali non previsti dalla normativa originale e l'influenza profonda che la remotizzazione ha esercitato sul mercato e sull'organizzazione del lavoro dipendente, assimilando alcune modalità del lavoro autonomo in una concezione trasversale e dinamica del rischio, con importanti conseguenze sulla sicurezza e la necessità di adattare la normativa alle nuove necessità della prevenzione (SIMONCELLI, 2023: 114). Di fatto quindi si tratta di un ibridismo ambientale e contrattuale. In tal senso viene amplificato il concetto di *work porosity* introdotto da Hochschild già nel

1997 per indicare quell'approccio al tempo e allo spazio di lavoro non più fondato sulla separazione netta tra tempi di vita e tempi di lavoro ma su una loro alternanza e complementarità. In tale modello occupazionale il concetto di spazio come inteso dal Testo Unico della Sicurezza diviene obsoleto poiché acquista almeno tre nuove caratteristiche strutturali: molteplicità, sovrapposizione e de-materializzazione - virtualità degli ambienti di lavoro e di vita.

Per molteplicità intendiamo l'estrema variabilità degli ambienti esterni all'azienda, in cui i lavoratori possono svolgere le proprie mansioni che si traduce anche in un'elevata mutevolezza dei rischi, perché la scelta e la variabilità discrezionale del luogo di lavoro da parte del dipendente e l'impossibilità di determinarlo preventivamente danno adito a una responsabilità diretta del lavoratore nell'individuazione e gestione del rischio che va oltre il concetto di sicurezza partecipata propria del testo unico. Si tratta di una mutevolezza dei rischi determinata non solo dalla prestazione erogata, ma anche dalla struttura dell'ambiente entro il quale detta prestazione si svolge e dagli strumenti utilizzati dal lavoratore. Il D.Lgs. 81/2008 e ss.mm presuppone che il datore di lavoro condivida la responsabilità dell'individuazione, valutazione e gestione del rischio con le figure del servizio di prevenzione e protezione, che si avvalgono di una formazione tecnico-scientifica specialistica a tale scopo. Per sovrapposizione degli ambienti di vita e di lavoro, si intende in particolare lo svolgimento della prestazione esternalizzata prevalentemente in ambienti domestici. In particolare, nell'ambito domestico si determina una mancanza della visione organica del rischio che risiede in diversi fattori aggiuntivi oltre che nei rischi specifici: la condivisione dello spazio lavorativo con soggetti terzi non inseriti nel processo lavorativo e pertanto non formati per i rischi lavorativi; la difficoltà di garantire la separazione degli spazi e strumenti di vita e di lavoro; il divario economico, l'interazione e spesso la simultaneità delle attività domestiche con quelle lavorative e l'impatto del fattore umano sul comportamento e sulla percezione del rischio. L'ambiente domestico dà luogo a una promiscuità «determinata e viziata dalle abitudini consolidate nella vita quotidiana, che inducono a un'eccessiva confidenzialità con l'ambiente circostante, che spesso si traduce, come attestano le statistiche, in un elevato numero di infortuni domestici.» (DE ANGELIS, 2020: 3). Per de-materializzazione - virtualità del luogo di lavoro intendiamo il fatto che esso non è più coincidente esclusivamente con uno spazio fisico definito, ma comporta lo sdoppiamento tra spazi virtuali coincidenti con strumenti informatici e spazi fisici in cui si posiziona lo strumento. Per il lavoratore, quindi, si tratta di una doppia esposizione fisica e cognitiva. Si creano quindi tre dinamiche di rischio: una specifica legata allo strumento di lavoro, una connessa all'interazione tra ambiente fisico e ambiente virtuale, un'ultima correlata all'esclusivo ambiente virtuale che a sua volta può essere condiviso e comportare situazioni pericolose. La misura delle tre dinamiche di rischio costituisce, a parer nostro, uno dei nodi fondamentali della ricerca sulla sicurezza negli ambienti ibridi.

Tali caratteristiche hanno un impatto significativo sulla valutazione del rischio e sui contenuti della formazione «sufficiente ed adeguata» di cui all'art. 37 del D.Lgs. 81/08 e ss.mm. Infatti, il lavoratore deve essere formato sia sui rischi connessi alle mansioni sia su quelli legati all'ambiente e al settore aziendale di appartenenza. Nel contesto del lavoro ibrido i rischi correlati all'ambiente di lavoro dovrebbero tenere in conto, le tre caratteristiche strutturali di cui sopra. Nel lavoro ibrido, è evidente infatti un concetto trasversale del rischio, sovrapposto e dinamico, interferenziale su cui mancano ancora dati e i pochi studi in letteratura esistenti sono viziati da bias cognitivi e da una visione alterata del periodo pandemico. La velocità di questo cambiamento, d'altronde, non permette ancora dati sufficienti e necessari legati alla specifica problematica di infortuni e malattie professionali correlate al lavoro ibrido; tuttavia lo studio di dati sugli infortuni domestici propriamente detti e analisi mirate sulle ricorrenze infortunistiche attraverso sistemi di intelligenza artificiale può sia

garantire l'evidenza di nuove metriche del rischio, sia fornire alle figure coinvolte nel sistema di gestione della sicurezza, e in particolare al medico competente, dati, opportunamente trattati a tutela della privacy, per elaborare strategie di prevenzione aziendale, anche in un'ottica di personalizzazione di tali strategie.

Materiali e metodi

Per affrontare adeguatamente queste sfide, l'Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro (INAIL) ha finanziato il progetto SWILSS (Sistema Wearable Intelligent per Lavoro Smart Sicuro) in rete tra i ricercatori del Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici dell'INAIL, l'Universitas Mercatorum e il Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi del Sannio. La finalità del progetto è quella di sviluppare un assistente virtuale, basato su IA, funzionale ad accompagnare, assistere e connettere tutti i soggetti coinvolti nel processo di sicurezza partecipata nell'individuazione, valutazione e gestione del rischio. In particolare, si sta costruendo uno strumento che metta a sistema la conoscenza tecnica e la casistica dei possibili rischi, riferibili ai diversi ambienti. L'obiettivo principale è quello di ottenere un sistema di valutazione dinamica del rischio per il lavoratore che ne supporti la conoscenza. Questo prototipo sfrutterà potenti capacità analitiche per analizzare i dati sugli infortuni domestici. L'integrazione di variabili demografiche permetterà di classificare la predisposizione di diverse categorie di lavoratori a subire lesioni specifiche. Inoltre, l'esame dei modelli temporali consentirà di identificare potenziali ricorrenze negli incidenti. L'obiettivo dell'addestramento del prototipo è quello di dotare l'assistente di abilità nell'individuare e attenzionare al lavoratore negli ambienti domestici e di vita a maggior rischio, le interazioni tra i componenti del nucleo familiare e strumenti e oggetti non attinenti all'attività lavorativa.

La criticità principale del progetto risiede nella mancanza di dataset indispensabili per addestrare un'intelligenza artificiale generativa. In tal senso è stata avviata una ricognizione di dataset consistenti sugli infortuni domestici, per derivare, attraverso le analisi predittive del sistema, correlazioni tra situazioni di pericolo in ambiente domestico e l'esercizio di prestazioni lavorative. I dataset devono rispondere alle seguenti caratteristiche: migliaia o milioni di istanze di incidenti, descrizione narrativa del luogo e delle circostanze degli incidenti, numero di soggetti coinvolti negli incidenti, età, sesso, istruzione dei soggetti incidentati, attività lavorativa, rischi intrinseci dell'attività lavorativa, ulteriori rischi ambientali, esportabilità dei dati in formato json o csv. È stato identificato l'European Injury Database (EU-IDB) che è apparso adatto agli scopi di addestramento dell'assistente virtuale stesso. L>IDB è il programma europeo di sorveglianza epidemiologica degli incidenti denominato European Injury Database (IDB). Il programma fa capo alla rete europea denominata European association for injury prevention and safety promotion (Eurosafes) attiva nell'ambito della prevenzione degli infortuni in senso ampio.

Il sistema oggetto di studio e realizzazione sfrutta un approccio ibrido che combina reti neurali convoluzionali (CNN) e le reti neurali ricorrenti (RNN) per l'analisi delle immagini degli ambienti di lavoro. (SIMONCELLI, 2024: 36). I Modelli di Linguaggio di Grandi Dimensioni (LLM) sono reti neurali profonde addestrate su corpus di testo naturale, che possono mancare a volte di contesto preciso a causa di pregiudizi o mancanza di aggiornamenti. Utilizziamo l'approccio RAG (Retrieval-Augmented-Generation) per migliorare la precisione, combinando recuperi di documenti esterni pertinenti con la generazione guidata dal contesto. L'architettura da noi proposta segue vari passaggi, includendo l'addestramento del modello di incorporamento, il recupero dei documenti rilevanti, e la generazione finale del report. L'assistente virtuale baserà la valutazione del rischio secondo frame di Pishgar rispondendo alla divisione del rischio nelle categorie di stato di lavoro ideale, aumento del rischio ma infortunio non ancora

verificato, luogo dell'incidente. Ci sono diverse criticità nello studio: in particolare la velocità dell'evoluzione degli LLM stessi. Inoltre, gli LLM possono dare problemi di ripetibilità. I partner INAIL nell'ambito del progetto, Universitas Mercatorum e Università degli Studi del Sannio hanno già testato con successo l'efficacia del sistema in contesti diversi dal lavoro a distanza e verificato che l'approccio ibrido scelto migliora significativamente le prestazioni qualitative e quantitative.

Conclusioni

Il lavoro da remoto e le sue declinazioni ibride hanno subito una notevole evoluzione a seguito della pandemia da Covid-19, evidenziando l'importanza e la necessità di adattare le normative esistenti alle nuove realtà lavorative. La transizione verso modelli di lavoro ibrido, che combinano telelavoro e lavoro in sede, rappresenta un cambiamento significativo che va oltre la semplice alternanza di luoghi di lavoro. Essa introduce una nuova complessità nell'ambiente lavorativo, caratterizzata da molteplicità, sovrapposizione e de-materializzazione degli spazi di lavoro.

Le sfide principali riguardano l'adattamento delle normative sulla salute e sicurezza sul lavoro (SSL) per affrontare i rischi specifici legati ai nuovi ambienti di lavoro ibridi. La legislazione italiana, in particolare il D.Lgs. 81/2008, è tradizionalmente basata su una concezione fissa del luogo di lavoro. Tuttavia, l'evoluzione tecnologica e la diffusione del lavoro a distanza richiedono un approccio più flessibile e dinamico, che consideri la variabilità degli ambienti lavorativi e la responsabilità condivisa tra datore di lavoro e lavoratore nella gestione dei rischi.

Il lavoro ibrido, con la sua natura dinamica e trasversale dei rischi, richiede una formazione estesa per i lavoratori che copra non solo i rischi specifici legati alle mansioni, ma anche quelli determinati dagli ambienti in cui esse vengono svolte. La sovrapposizione tra spazi di vita e di lavoro, tipica degli ambienti domestici, introduce ulteriori complessità nella gestione della sicurezza, evidenziando la necessità di soluzioni personalizzate e flessibili.

L'iniziativa del progetto SWILSS (Sistema Wearable Intelligent per Lavoro Smart Sicuro), finanziato da INAIL, rappresenta un approccio di ricerca e sviluppo di soluzioni innovative per la sicurezza dei lavoratori in ambienti ibridi. L'obiettivo è creare un assistente virtuale basato su intelligenza artificiale, capace di supportare lavoratori e datori di lavoro nell'identificazione e gestione dei rischi. L'integrazione di dati sugli infortuni domestici e l'utilizzo di tecnologie avanzate come reti neurali convoluzioni (CNN) e reti neurali ricorrenti (RNN) per l'analisi degli ambienti di lavoro promettono di migliorare significativamente la prevenzione degli incidenti e delle malattie professionali.

In conclusione, il futuro del lavoro ibrido dipende dalla capacità di adattare le normative e le pratiche di sicurezza alle nuove esigenze, sfruttando le potenzialità delle tecnologie digitali per creare ambienti di lavoro sicuri e sostenibili.

Bibliografia

- DE ANGELIS, L., SIMONCELLI, G., & BEVILACQUA, F. (2020). *Lavoro agile in situazioni emergenziali: applicazione di un modello ibrido tra lavoro agile e telelavoro*. Inail, p. 3.
- EUROFOUND (2022). *Fifth round of the Living, working and COVID-19 e-survey: Living in a new era of uncertainty*. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions. Available at: <https://www.eurofound.europa.eu/en/publications/2022/fifth-round-living-working-and-covid-19-e-survey-living-new-era-uncertainty>
- EUROPEAN AGENCY FOR SAFETY AND HEALTH AT WORK (2023). *Hybrid work: New opportunities and challenges for occupational safety and health at work* [Discussion paper].
- EUROPEAN PARLIAMENT (2024). *Legislative resolution of 13 March 2024 on the proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council on laying down harmonised rules*

- on Artificial Intelligence (Artificial Intelligence Act) and amending certain Union Legislative Acts (COM (2021)0206 – C9-0146/2021 – 2021/0106(COD))
- HOCHSCHILD, A. R. (1997). *The time bind: When work becomes home and home becomes work*. New York, NY: Metropolitan Books.
- ITALIAN PARLIAMENT (2008). *Implementation of article 1 of the law of August 3, 2007, no. 123, in matter of protection of health and safety in the places of work. Legislative decree no. 81/2008*.
- ITALIAN PARLIAMENT (2017). *Measures for the protection of non-entrepreneurial self-employment and measures aimed at promoting flexible articulation in times and places of subordinate work. Law no. 81/2017*.
- MALZANI, F. (2014). *Ambiente di lavoro e tutela della persona*. Giuffrè.
- PISHGAR, M., ISSA, S. F., SIETSEMA, M., PRATAP, P., DARABI, H. (2021). REDECA: Un nuovo quadro per rivedere l'intelligenza artificiale e le sue applicazioni nella sicurezza e nella salute sul lavoro. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(13), 6705. <https://doi.org/10.3390/ijerph18136705>
- SIMONCELLI, G., DE ANGELIS, L., PIETRAFESA, E., MARICONTE, R., MARTINI, A., GILIBERTI, C. (2023). Intelligenza artificiale per la valutazione del rischio nell'ambiente di lavoro ibrido e nel lavoro flessibile. In Arezes, P., Garcia, A. (a cura di), *Gestione della sicurezza e fattori umani. Conferenza internazionale AHFE (2023). 20 - 24 luglio 2023 presso San Francisco Marriott Marquis, San Francisco, California, Stati Uniti d'America. AHFE Open Access, vol 105 (Vol. 105, pp. 113–121)*. <https://doi.org/10.54941/ahfe1003076>
- TIRABOSCHI, M., SEGHEZZI, F. (2016). Il Piano nazionale Industria 4.0: una lettura lavoristica. *LLI*, 2(2), 27-44. <https://doi.org/10.6092/issn.2421-2695/6493>
- TOFFLER, A. (1980). *The third wave*. New York, NY: William Morrow & Company, Inc, pp. 48-49.

Riferimenti normativi

- Presidenza del Consiglio dei ministri. (2021). *Linee guida in materia di lavoro agile nelle amministrazioni pubbliche, ai sensi dell'articolo 1, comma 6, del decreto del Ministro per la pubblica amministrazione 8 ottobre 2021*.
- Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali, Ministero della Salute. (2021). *Protocollo nazionale sul lavoro in modalità agile, 7 dicembre 2021*.
- Legge 16 giugno 1998, n. 191, *Disciplina in materia di telelavoro nelle pubbliche amministrazioni, seguita dal regolamento attuativo d.P.R. 8 marzo 1999, n. 70*. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Serie Generale n. 142.
- Legge 12 novembre 2011, n. 183 (Legge di stabilità 2012), *Accordo-quadro europeo 16 luglio 2002 e Accordo interconfederale 9 giugno 2004 di recepimento, recante la disciplina sulle modalità di accesso e regolamentazione del telelavoro nell'ambito privatistico*. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Serie Generale n. 265.
- Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81, *Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro*. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Serie Generale n. 101.
- Legge 22 maggio 2017, n. 81, *Misure per la tutela del lavoro autonomo non imprenditoriale e altre disposizioni volte a favorire l'articolazione flessibile nei tempi e luoghi di lavoro*. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Serie Generale n. 135.
- Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro (INAIL) (2017). *Circolare n. 48 del 2 novembre 2017*.
- Legge 7 agosto 2015, n. 124, *Deleghe al governo in materia di riorganizzazione delle Pubbliche Amministrazioni*. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Serie Generale n. 187.
- Istituto Nazionale della Previdenza Sociale (INPS) (2015). *Circolare n. 52 del 27 febbraio 2015, Disposizioni attuative dell'Accordo Nazionale sul progetto di telelavoro domiciliare*.
- Presidenza del Consiglio dei Ministri (2017). *Direttiva n. 3/2017 del Presidente del Consiglio dei Ministri, recante indirizzi e linee guida per l'attuazione dei commi 1 e 3 dell'art.14 della Legge 124/2015*.

