

Design di sistemi di arredo intelligenti con funzione salva-vita durante eventi sismici: il progetto S.A.F.E.

LUCIA PIETRONI, Professore ordinario di Disegno Industriale, Scuola di Architettura e Design, Università degli Studi di Camerino

Il progetto di ricerca industriale S.A.F.E., co-finanziato dal PON-Ricerca e Innovazione 2014/2020 del MUR nell'Area di Specializzazione "Design, Creatività e Made in Italy", ha come obiettivo finale la progettazione, prototipazione e realizzazione di sistemi di arredo per scuole e uffici capaci di trasformarsi in sistemi intelligenti di protezione passiva e "salva-vita" delle persone durante un terremoto, attraverso un approccio interdisciplinare e intersettoriale all'innovazione.

Parole-chiave: *design per la sicurezza, design sostenibile, ingegneria sismica, internet delle cose, arredi anti-sismici*

Il comportamento degli arredi e degli elementi non strutturali durante un sisma: l'idea guida del progetto S.A.F.E.

Il progetto S.A.F.E., iniziato nel giugno del 2018 e terminato alla fine di dicembre 2021, ha coinvolto un partenariato pubblico-privato, di cui l'Università di Camerino (Unicam) è stata capofila, costituito da tre Università (Unicam, Univaq, Unibas) e otto aziende, sei del settore Legno-Arredo (Vastarredo Industrie, Camillo Sirianni, Styloffice, Icam, AZUfficio, Cosmob) e due del settore ICT e IoT (Filippetti e Santer Reply).

Il progetto S.A.F.E. nasce in risposta alla crescente domanda sociale di sicurezza, emersa dai territori terremotati dopo gli eventi sismici del Centro Italia del 2016, ma che riguarda gran parte del territorio italiano, e non solo, ad alto rischio sismico. L'idea guida del progetto è il risultato dell'osservazione di un fenomeno ricorrente: durante un terremoto, gli arredi e le attrezzature mobili diventano ostacoli che aggravano le condizioni di pericolo o, al contrario, rappresentano una protezione casuale della vita in caso di crolli. Questo differente e contrapposto comportamento degli arredi dipende da come sono concepiti, progettati e realizzati. Pertanto, partendo da questa constatazione, la sfida del progetto S.A.F.E. è stata quella di innovare il design dei tradizionali arredi per scuole ed uffici da una prospettiva strutturale, trasformandoli in sistemi intelligenti di protezione della vita, che facilitino, con l'integrazione di specifici sensori e di una piattaforma informatica, la localizzazione e il soccorso dei superstiti sotto le macerie durante un sisma.

Gli eventi sismici che hanno colpito le regioni del Centro Italia nel 2016 hanno, inoltre, riaperto il dibattito sulla sicurezza degli edifici pubblici e privati, con grande attenzione per quelli dei centri storici e sulla mancanza di un'adeguata strategia di prevenzione anti-sismica su tutto il territorio nazionale. Le più recenti e disastrose vicende sismiche hanno messo in evidenza la precarietà e l'inadeguatezza delle strutture che costituiscono il cuore delle nostre città e dei nostri paesi, soprattutto di edifici di vitale importanza per le comunità quali gli istituti scolastici e gli uffici delle amministrazioni pubbliche.

Allo stesso tempo, il bilancio dei morti e dei danni alle persone degli ultimi terremoti ha nuovamente mostrato la sostanziale inadeguatezza e l'inefficacia delle consuete prassi domestiche per la sopravvivenza in caso di sisma, come ad esempio il ripararsi sotto gli architravi delle porte, il cui scopo è di dare maggiori possibilità di sopravvivenza in caso di cedimenti e di crolli, così come ormai ampiamente descritto dalle teorie del "triangolo della vita", anche note con il termine "drop, cover and hold on" (Linn, 2013). Inoltre, oggi siamo più che mai consapevoli di come nel nostro paese, ad alto rischio sismico e con un patrimonio architettonico

ed edilizio prevalentemente storico, il processo di messa in sicurezza ed adeguamento alle normative anti-sismiche degli edifici sarà lungo, lento e complesso. Questa consapevolezza sta facendo crescere in modo esponenziale la domanda sociale di sicurezza nelle comunità e nei territori colpiti in Italia e non solo. Sono, infatti, molti i paesi nel mondo che presentano una conformazione geologica, urbanistica e architettonica simile all'Italia e che quindi esprimono la medesima esigenza.



Figura 1 - Il centro della città di Amatrice visto dall'alto dopo il sisma del 24 Agosto 2016 (AP Photo/Gregorio Borgia).

Storicamente, l'ingegneria sismica si è focalizzata in via prioritaria sulla risposta strutturale degli edifici soggetti al sisma e su come mitigarne i danni indotti ai corpi edilizi. Negli ultimi dieci anni la visione progettuale del concetto di sicurezza di una struttura architettonica si è fortemente allargata, riconoscendo anche agli elementi non strutturali, compresi gli arredi, un ruolo strategico in chiave antisismica, ovvero considerando che questi ultimi possano contribuire a proteggere la vita delle persone e collaborare a mitigare gli effetti del sisma sull'edificio. In molti eventi sismici si è osservato, infatti, come, gli elementi non strutturali di numerose strutture architettoniche nel crollo possono generare maggiori danni alle persone rispetto alle parti strutturali dell'edificio, e questo, oltre a rappresentare un grave danno economico, diventa un ulteriore pericolo per la sopravvivenza di chi vi abita. In particolare, gli arredi e le attrezzature mobili che allestiscono gli ambienti di un edificio, durante un terremoto, possono diventare per gli abitanti un'ulteriore minaccia alla sopravvivenza o, al contrario, possono in modo casuale rappresentare una possibilità di protezione e di salvezza. Ad esempio, nel disastroso terremoto di Kobe del 1995, in un solo edificio morirono 33 persone a

causa dello schiacciamento provocato dal ribaltamento dei mobili e degli arredi; mentre, viceversa, nel terremoto di Ischia del 2017, un neonato si è salvato grazie al ribaltamento della culla nella quale dormiva, che ne ha impedito lo schiacciamento sotto il crollo del solaio. Dall'osservazione di questo duplice e differente comportamento degli arredi e degli elementi mobili e non strutturali durante un sisma, si è sviluppata l'ipotesi e l'idea guida, alla base del progetto S.A.F.E., che si possano concepire e sviluppare sistemi di arredo e attrezzature mobili che abbiano una funzione "salva-vita" e di protezione passiva durante un sisma. Nella letteratura tecnico-scientifica, gli studi e le ricerche sulla risposta sismica degli elementi non strutturali e degli arredi sono ancora limitati e solo negli ultimi anni l'interesse per questo tema è andato crescendo, soprattutto a seguito del grande terremoto di Kobe del 1995 (ENEA, 2006; Masatsuki et al., 2008; Meguro et al., 2008). La sempre maggior attenzione al tema è dimostrata anche dall'incremento delle domande di brevetto e dai brevetti concessi dal 1995 ad oggi a livello internazionale relativi a nuove soluzioni di arredo per la sicurezza e la protezione in caso di sisma in ambito domestico. Infatti, negli ultimi anni anche a livello nazionale, si sono sviluppate alcune soluzioni di prodotti di arredo "salva-vita" in caso di sisma, con i relativi brevetti, che, in gran parte, si configurano come prodotti tradizionali per l'ambiente domestico (tavoli, letti, scrivanie, ecc.) con migliori prestazioni di resistenza meccanica ai carichi, oppure come capsule anti-sismiche appositamente studiate con materiali ad alta resilienza, da tenere in casa e nelle quali trovare rifugio in caso di terremoto, o infine come soluzioni di arredi (letti, culle, armadi, ecc.) che all'occorrenza diventano shelter o bunker di protezione personale (Chen et al., 2015).

Un approccio sistemico alla progettazione di arredi intelligenti con funzione salva-vita delle persone in caso di sisma

Da questi presupposti prende avvio il progetto "S.A.F.E. - Design sostenibile di sistemi di arredo intelligenti con funzione salva-vita durante eventi sismici", con l'obiettivo di studiare, sviluppare e realizzare arredi innovativi per scuole e uffici, capaci di trasformarsi in sistemi intelligenti di protezione passiva e "salva-vita" delle persone durante un terremoto, attraverso un approccio interdisciplinare e intersettoriale all'innovazione, necessario per integrare differenti e complementari conoscenze tecnico-scientifiche, per sviluppare nuove soluzioni progettuali e tecnologiche e per tradurle in applicazioni industriali utilizzabili sul mercato. Il nuovo sistema di arredo "antisismico" è caratterizzato da un design sviluppato da una prospettiva strutturale e da nuovi requisiti tecnico-prestazionali, che potenziano le caratteristiche specifiche degli arredi scolastici e per ufficio con nuove prestazioni in termini di funzionamento, utilizzo, resistenza, sicurezza, salubrità e sostenibilità ambientale.

L'integrazione di metodologie progettuali tipiche dell'ingegneria strutturale al design degli arredi è il primo risultato del progetto. Gli arredi e le attrezzature mobili di scuole e uffici sono solitamente dei "sistemi di prodotti", coordinati e diffusi all'interno dell'edificio. Tale caratteristica può tradursi in un fattore fondamentale nello sviluppo di azioni efficaci e innovative di prevenzione e riduzione di danni e vittime in caso di crolli parziali o totali della costruzione. Tavoli, pareti attrezzate, pareti divisorie e tutti gli arredi insieme possono costituire un sistema diffuso di protezione durante un sisma, se la loro morfologia e struttura sono state sviluppate per rispondere a questa particolare esigenza.

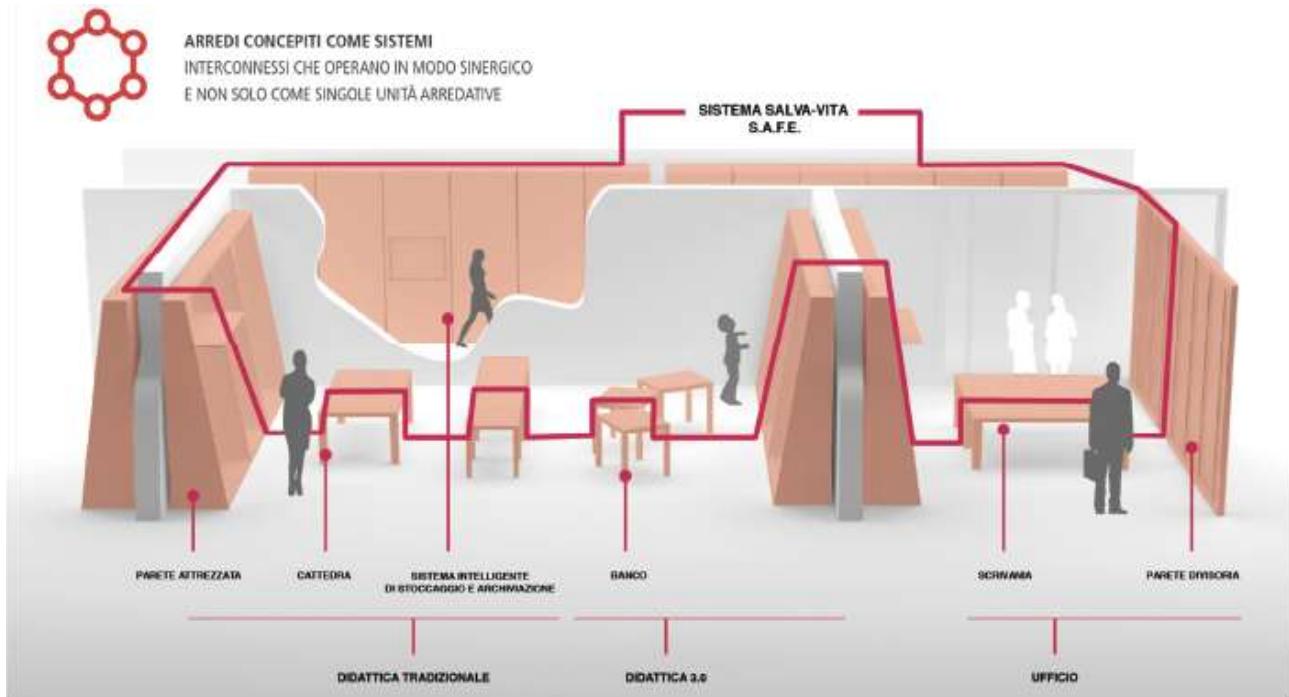


Figura 2 - Il sistema di arredi diffuso per la protezione in caso di sisma sviluppato nell’ambito del progetto S.A.F.E. (Università di Camerino).

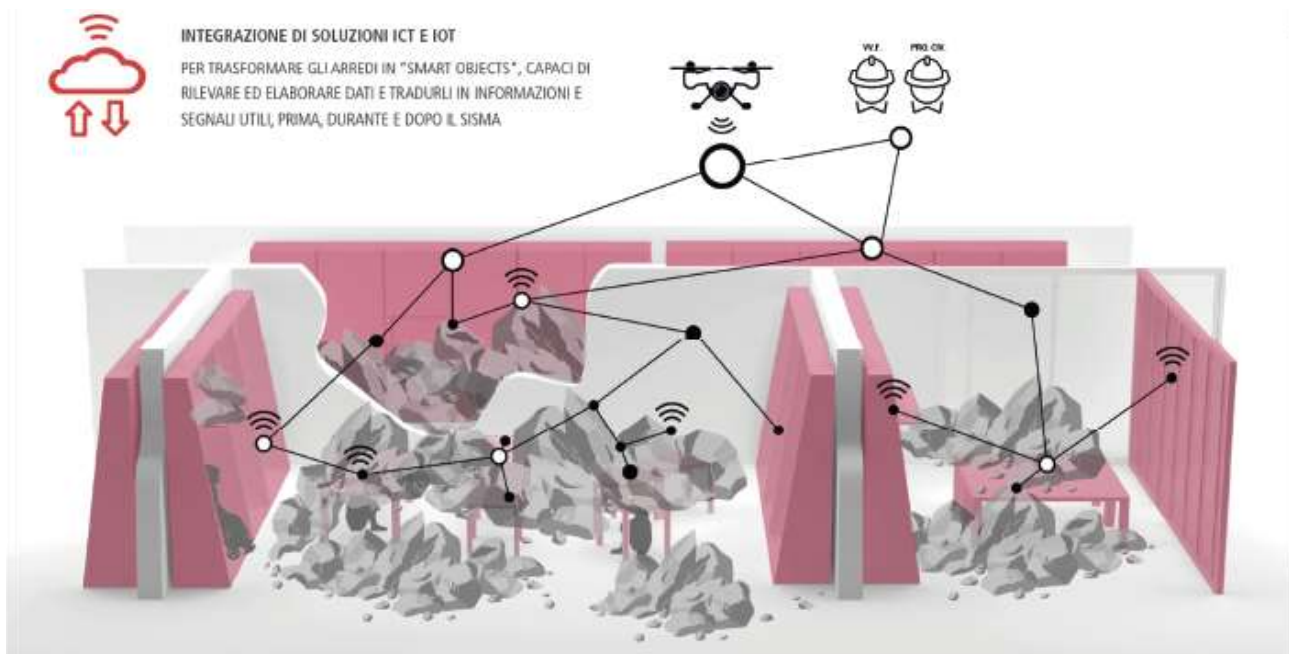


Figura 3 - L’innovativa rete di sensori per il rilevamento delle persone sotto le macerie generate dagli arredi S.A.F.E. concepiti come smart objects (Università di Camerino).

L’approccio sistemico alla progettazione degli arredi consente la scalabilità delle soluzioni a diversi livelli: da singole unità d’arredo con funzione “salva-vita”, che possono fornire protezione locale ed immediata, ad un sistema integrato di soluzioni interconnesse capaci di fornire una riduzione del rischio più efficace ed essere maggiormente inclusive anche per un’utenza specifica, come studenti in carrozzina. Gli arredi così concepiti, strettamente interconnessi funzionalmente, possono trasformarsi, inoltre, in “smart objects” attraverso l’integrazione di soluzioni ICT e IoT, capaci di rilevare ed elaborare dati e tradurli in informazioni e segnali utili

durante e dopo il sisma. Tramite specifici sensori per il monitoraggio della presenza di persone, degli spostamenti subiti dagli arredi dopo il sisma e della qualità ambientale dell'edificio e per mezzo di una rete di comunicazione, operativa anche in caso di black out, il sistema diffuso è in grado di divenire un efficace dispositivo per la conoscenza puntuale e globale delle condizioni di rischio a seguito del crollo e rappresentare un innovativo strumento di indagine a disposizione dei soccorritori, poiché permette di facilitare le operazioni di salvataggio rendendole più rapide e sicure. Attraverso lo sviluppo e l'applicazione sperimentale di materiali e finiture superficiali con capacità antibatterica, riciclabili e sostenibili, infine, sono state migliorate le performance di salubrità e sicurezza dei nuovi prodotti. Inoltre i risultati del progetto S.A.F.E. sono trasferibili in altre tipologie di arredi per altri contesti d'uso, come ad esempio l'ambiente domestico, le strutture alberghiere, etc.



Figura 4 - Il miglioramento delle performance di salubrità e sicurezza delle superfici operato attraverso l'applicazione sperimentale di un coating antibatterico brevettato (Università di Camerino).

Un approccio interdisciplinare e intersettoriale all'innovazione

Uno degli aspetti fondamentali del progetto S.A.F.E., che ha consentito di raggiungere importanti risultati concreti, utilizzabili sul mercato e replicabili, è stato l'approccio interdisciplinare e intersettoriale all'innovazione; infatti, c'è stata sia una forte integrazione di conoscenze e competenze tecnico-scientifiche differenti e complementari, quali quelle del Disegno Industriale, dell'Ingegneria Strutturale, dell'Informatica e della Chimica, sia un'intersezione del know-how tecnico di aziende molto differenti tra loro, appartenenti, da un lato, al settore manifatturiero tradizionale dell'Arredo e dall'altro al settore tecnologico dell'ICT e IoT. Complessivamente i ricercatori coinvolti nel progetto con competenze tecnico-scientifiche differenti sono stato più di cinquanta ed è stato istituito anche un Advisory Board, composto da Protezione Civile, Dipartimento dei Vigili del Fuoco, FederlegnoArredo, ENEA e ADI - Associazione per il Disegno Industriale, che svolge il ruolo di comitato consultivo offrendo supporto, assistenza e consulenza al progetto, condividendone gli obiettivi e le finalità.

Il piano di lavoro è stato organizzato in sei obiettivi realizzativi, articolati a loro volta in quarantotto attività. Il primo Obiettivo Realizzativo (OR) di "Project management, disseminazione e valorizzazione dei risultati" prevedeva la gestione, l'implementazione e il monitoraggio di tutte le fasi evolutive del progetto e la verifica

del rispetto dei vincoli stabiliti in merito a tempi, costi, risorse per il raggiungimento degli obiettivi del progetto. Nell'attività è stato coinvolto tutto il partenariato, sotto il coordinamento di Unicam. L'intera compagine di partner è stata impegnata anche nel OR2, finalizzato a "Ricerca, definizione e condivisione dei requisiti tecnici, prestazionali e commerciali" necessari per l'ideazione e lo sviluppo progettuale dei nuovi arredi salva-vita in caso di sisma. Gli OR3, OR4 e OR5, articolati per filiere di competenza tecnico-scientifica (disegno industriale e ingegneria strutturale, informatica e chimica) e condotti in stretta collaborazione con le aziende, hanno avuto l'obiettivo di sviluppare, prototipare e validare il design dei nuovi arredi salva-vita in caso di sisma attraverso simulazioni software e modelli virtualizzati degli arredi; progettare, realizzare e poi verificare sperimentalmente sia il sistema di sensori integrato negli arredi per la localizzazione dei superstiti sotto le macerie e il monitoraggio ambientale in seguito a un crollo che una piattaforma di management per la gestione dei dati; infine, progettare e campionare nuovi materiali e finiture superficiali per l'incremento prestazionale in termini di sicurezza, salubrità e sostenibilità ambientale dei nuovi arredi. Il progetto ha portato alla definizione dei nuovi prodotti, attraverso lo sviluppo di una serie di prototipi, e di validazione funzionale e strutturale attraverso test statici, dinamici e su tavola vibrante. Infatti, l'ultimo OR è stato dedicato all'esecuzione dei test per la verifica del sistema di arredi attraverso l'uso delle piattaforme vibranti disponibili presso il SISlab Laboratorio Prove Materiali e Strutture dell'Università della Basilicata e di test per la conformità normativa, necessari per la redazione delle linee guida per lo sviluppo di nuovi standard di progettazione e validazione di arredi salva-vita in caso di sisma. A seguito della validazione dei nuovi arredi tramite test di laboratorio, infatti, si sono redatti dei capitolati tecnici riportanti le specifiche tecniche utili alla progettazione e i requisiti da rispettare sotto il profilo chimico, fisico e meccanico. Tutto ciò rappresenta il presupposto tecnico-scientifico per la presentazione di nuovi requisiti tecnico-prestazionali degli arredi ai principali tavoli tecnici normativi a livello nazionale ed internazionale, al fine di stabilire nuovi standard relativi agli arredi con caratteristiche di protezione passiva delle persone durante un sisma.

I risultati concreti del progetto S.A.F.E.

I risultati del progetto S.A.F.E. sono numerosi. In primis, è stato possibile definire, attraverso l'analisi critica dello stato dell'arte di progetti, prodotti e prototipi di arredi salva-vita già sviluppati a livello nazionale e internazionale, delle linee guida per la progettazione di arredi innovativi con capacità di protezione passiva in caso di sisma.

Sulla base delle linee guida individuate sono state sviluppate e prototipate cinque nuove tipologie di arredo (banco, cattedra-scrivania, parete attrezzata, parete divisoria, modulo di stoccaggio automatizzato), che lavorando a sistema, offrono protezione puntuale e collettiva per ambienti di studio e lavoro più sicuri. È stato sviluppato e depositato il marchio comunitario "Life-saving Furniture System" e il relativo logo, il quale identifica sia il nuovo sistema di arredi con funzione di protezione dal sisma, frutto dell'attività di ricerca, sviluppo e prototipazione del progetto S.A.F.E., che tutti i prodotti commerciali che ne derivano.

La ricerca ha evidenziato l'importanza e l'attualità del tema della sicurezza e della protezione passiva delle persone in caso di sisma e di altre calamità naturali, portando all'individuazione di quarantatré casi studio di arredo salva-vita tra prodotti commerciali, prototipi, brevetti e concept. Attraverso il loro studio e sistematizzazione è stato possibile individuare tre livelli di intervento progettuale (Galoppo et al., 2019), che sono stati definiti "leggero" (staffe, cinghie e altri dispositivi anti-ribaltamento e di messa in sicurezza degli arredi), "intermedio" (arredi e dispositivi caratterizzati da materiali altamente prestanti in termini di resistenza meccanica) e "pesante" (tralicci di acciaio e altri sistemi in grado di collaborare e migliorare la capacità antisismica della struttura edilizia). I primi due interessano il singolo arredo mentre il terzo riguarda la messa in sicurezza di elementi strutturali o della struttura architettonica. Questa prima riflessione sul possibile raggruppamento dei prodotti in base ai gradi d'intervento è stata utile per inquadrare

successivamente, all'interno di uno schema concettuale di sintesi, tre macro-obiettivi progettuali rispetto alla grande tematica della protezione delle persone in caso di sisma, ossia: (i) lo sviluppo di uno spazio protettivo ermetico, (ii) lo sviluppo di un sistema protettivo aperto a prova di carichi dinamici e statici di tipo verticale e (iii) lo sviluppo di un sistema che riduce le probabilità di collasso della struttura edilizia.

Ogni macro-obiettivo prevede una serie di strategie di intervento che caratterizzano la prestazione salva-vita di un determinato prodotto, in particolare sono state individuate cinque principali strategie: (i) incrementare la resistenza meccanica per sopportare carichi eccezionali, (ii) generare configurazioni strutturali variabili maggiormente resistenti, (iii) mitigare e dissipare le sollecitazioni generate dal sisma, (iiii) assecondare le oscillazioni dell'involucro edilizio e collaborare alla statica dell'edificio. Sulla base dei prodotti esistenti schedati, ad ogni strategia è stato possibile associare alcune soluzioni progettuali di maggiore dettaglio: materiali ad alta resistenza meccanica, materiali e dispositivi in grado di dissipare energia cinetica, strutture ad alta rigidità, strutture a deformazione programmata, etc. Rispetto alle azioni di intervento consolidate, esplicitate nella fase di analisi, è stato possibile impostare una strategia progettuale evolutiva, che ibrida più soluzioni in un sistema di prodotti, operanti in maniera diffusa e collaborativa all'interno di un ambiente, per amplificare le possibilità di sopravvivenza delle persone in caso di sisma. Il nuovo sistema di arredi salva-vita pertanto deve essere caratterizzato da: (i) nuove modalità di collaborazione tra gli elementi verticali (armadi e pareti attrezzate) ed orizzontali (banchi, cattedre e scrivanie) del "sistema"; (ii) l'integrazione di sistemi ICT e IoT per coordinare i soccorsi e monitorare lo stato di pericolo dell'edificio; (iii) l'utilizzo di sistemi di dissipazione dell'energia sismica per migliorare la risposta agli impatti oppure contribuire positivamente alla capacità antisismica dell'edificio; (iiii) lo sviluppo di soluzioni inclusive rispetto target sensibili come studenti con disabilità motorie; (iiiiii) l'impiego di materiali e di soluzioni progettuali per la realizzazione di strutture resistenti ma leggere, per facilitare l'installazione e l'applicazione degli arredi in edifici del centro storico. Infatti, sulla base di questi requisiti tecnici-funzionali sono state progettate e sviluppate le cinque tipologie di arredo per scuola e uffici che costituiscono il sistema "Life-saving Furniture System", con l'obiettivo di prioritario di conferire all'intero sistema, ma anche al singolo arredo, un'elevata capacità di protezione delle persone in caso di sisma.

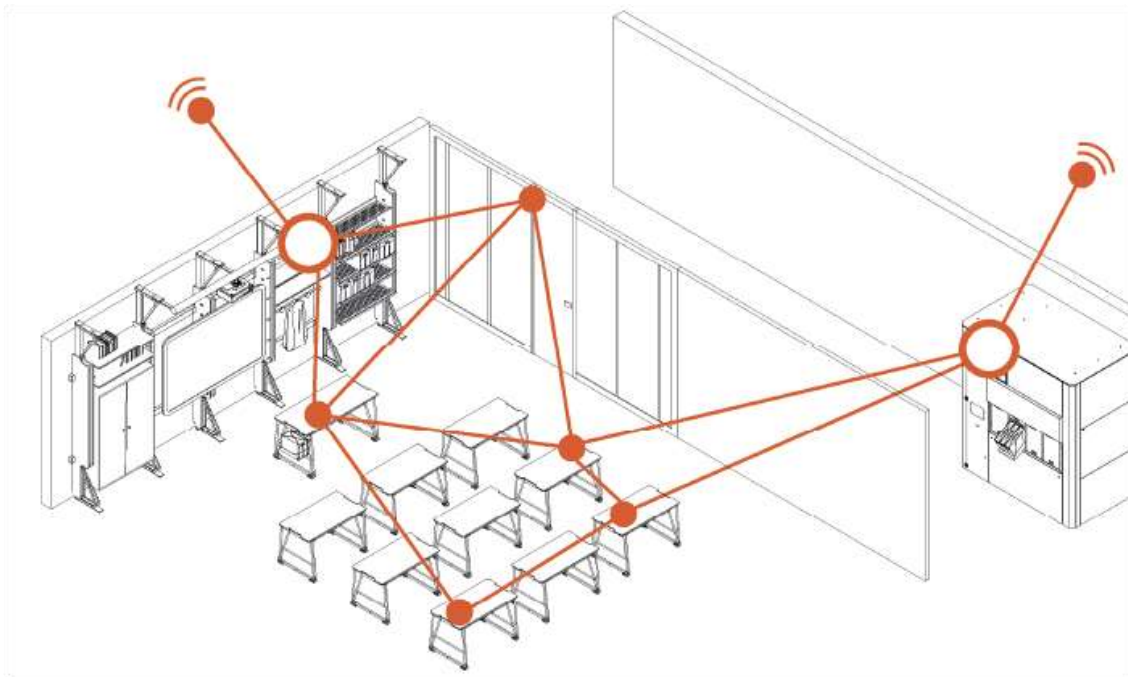


Figura 5 - Schematizzazione grafica dell'allestimento di un intero ambiente scolastico con i nuovi arredi "Life-saving Furniture System" (Università di Camerino).

Le cinque tipologie di arredi (banco, cattedra-scrivania, parete attrezzata, parete divisoria e sistema contenitivo) sono state selezionate sulla base di quattro parametri fondamentali: arredi che avessero le maggiori potenzialità di contribuire all’obiettivo di protezione passiva nei contesti scuola e ufficio, arredi che potessero lavorare in modo sinergico all’interno degli ambienti, arredi ibridi che fossero utilizzabili nei due contesti sfruttando le stesse soluzioni strutturali elaborate e arredi il più possibile coerenti con le tecnologie produttive del partenariato. Aspetto di particolare rilievo progettuale è stata, inoltre, l’introduzione di due livelli prestazionali di sicurezza in caso di sisma, medio e alto, che prevedono soluzioni strutturali e funzionali differenziate per i singoli arredi, sulla base dello stato di vulnerabilità sismica dell’edificio all’interno del quale sono inseriti.



Figura 6 - *Rendering d’insieme del sistema di arredi “Life-saving Furniture System” (Università di Camerino).*

L’attività di sviluppo progettuale, condotta in modo integrato dai differenti team di ricerca (Disegno Industriale e Ingegneria Strutturale, Informatica e Chimica), si è concretizzata nello sviluppo, prototipazione e validazione, attraverso una serie di specifici test, di un banco scuola e di una cattedra caratterizzati da un telaio ad alta resistenza meccanica, pur mantenendo materiali e processi di produzione standard; di una parete divisoria in grado di resistere alle sollecitazioni del sisma e contribuire alla loro dissipazione; di una parete attrezzata pensata per dare riparo ad adulti, bambini e persone in sedia a rotelle e capace di impedire il ribaltamento delle tamponature più deboli e, infine, un sistema di archiviazione automatizzato per lo stoccaggio e la distribuzione dei materiali didattici dei docenti, che funge anche da hub di raccolta e comunicazione dei dati provenienti dai sensori presenti sugli altri arredi, anche nel caso di mancanza di energia elettrica. Tutti gli arredi sono dotati, infatti, di una sensoristica integrata, che, in caso di sisma, si attiva e consente di localizzare i superstiti, di monitorare le condizioni delle persone sotto le macerie e di comunicare tempestivamente, attraverso una piattaforma informatica di elaborazione dei dati, le informazioni utili ai soccorritori per rendere le loro complesse attività di salvataggio più rapide e sicure.

Bibliografia

- AA.VV. (2006). *Linee Guida per la salvaguardia dei beni culturali dai rischi naturali*, “Fascicolo III. Linee Guida per la protezione dei beni culturali dal rischio sismico”, Progetto ENEA-Murst. Disponibile presso <http://www.afs.enea.it/protprev/www/index.htm> [1 febbraio 2020].

- Chen M., Jiang L., Liu D. e Lyu J. (2015). *Furniture Innovative Design with Earthquake Self rescue Function: from Furniture Form and Structure Perspective*, in “International Conference on Informatization in Education, Management and Business”, Atlantis Press, pp. 35-40.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (2009). *Linee guida per il rilevamento della vulnerabilità degli elementi non strutturali nelle scuole*, Intesa Rep. 7/CU 28/1/2009, Roma.
- De Sortis A., Di Pasquale G., Dolce M., Gregolo S., Papa S., Rettore G. F. (2009). *Linee guida per la riduzione della vulnerabilità di elementi non strutturali arredi e impianti*, Presidenza del Consiglio dei Ministri Dipartimento della Protezione Civile, Roma.
- Linn L. (2013). *Triangle of Life*, interview to Doug Copp, Disponibile presso <https://teach7g-education.blogspot.com/2013/09/how-to-protect-yourself-during.html> [31 dicembre2019].
- Masatsuki T., Midorikawa S., Ohori M., Miura H. e Kitamura H. (2008). *Seismic behavior of office furniture in high-rise buildings due to long-period ground motions*, in The 14th World Conference on Earthquake Engineering, Ottobre 12-17, Beijing, Cina. Disponibile presso https://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/14_S10-034.PDF [02 Gennaio 2020].
- Meguro K., Ito D. e Sato Y. (2008). *Efficiency of furniture overturning protection devices during earthquakes. An experimental and numerical study*, in The 14th World Conference on Earthquake Engineering October”, Ottobre 12-17, Beijing, Cina. Disponibile presso https://www.researchgate.net/publication/228411805_efficiency_of_furniture_overturning_protection_devices_during_earthquakes-_a_experimental_and_numerical_study [31 Gennaio 2020].
- Pietroni L., Mascitti J., Galloppo D., Dall’Asta A., Zona A., Scozzese F., Re B., De Angelis F., Di Nicola C. e Scuri S. (2019). *Design industriale, ingegneria strutturale, informatica e chimica per lo sviluppo di sistemi di arredo con funzione salva vita in zona sismica*, in “XVIII Convegno ANIDIS - L’Ingegneria Sismica in Italia, Ascoli Piceno, 15-19 Settembre 2019”, Pisa University Press, Pisa, sezione “Ricerca Industriale sulla prestazione sismica degli elementi non strutturali - SS04 pp. 43-50.
- Pietroni L., Galloppo D., Mascitti J. (2019). *Design strategies for the development of life-saving furniture systems in the event of an earthquake*, in “WIT Transactions on The Built Environment” a cura di G. Passerini, F. Grazia e M. Lombardi, WIT Press, vol. 189, Southampton (UK), pp. 67-77.
- Pietroni L., Mascitti J., Galloppo D. (2020). S.A.F.E. *Design sostenibile di sistemi di arredo intelligenti con funzione salva-vita durante eventi sismici*, in AA.VV. (a cura di), 100 Anni dal Bauhaus. Le prospettive della ricerca di design, Atti dell’Assemblea SID 2019, pp. 144-153.
- Pietroni L., Mascitti J., Galloppo D. (2021). *Arredi salva-vita in caso di sisma. Intelligenti, interconnessi e interagenti*, in AGATHÓN – International Journal of Architecture, Art and Design n. 10 | 2021, Palermo University Press, Palermo, pp. 218-229.

Per ulteriori informazioni:

www.safeproject.it

<https://www.youtube.com/watch?v=x3tEJsVni5E>