



## Design Industriale, Ingegneria Strutturale, Informatica e Chimica per lo sviluppo di sistemi di arredo con funzione salva vita in zona sismica

Lucia Pietroni<sup>a</sup>, Jacopo Mascitti<sup>a</sup>, Daniele Galloppo<sup>a</sup>, Andrea Dall'Asta<sup>a</sup>, Alessandro Zona<sup>a</sup>, Fabrizio Scozzese<sup>a</sup>, Barbara Re<sup>b</sup>, Francesco De Angelis<sup>b</sup>, Corrado Di Nicola<sup>b</sup>, Stefania Scuri<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Scuola di Architettura e Design, Università degli Studi di Camerino, Viale della Rimembranza 9, 63100 Ascoli Piceno, Italy

<sup>b</sup> Scuola di Scienze e Tecnologia, Università degli Studi di Camerino, Piazza dei Costanti, 62032 Camerino, Italy

*Keywords: Life protection; non-structural elements; seismic safety; sustainable design.*

### ABSTRACT

Gli eventi sismici degli ultimi anni hanno ricordato all'opinione pubblica come l'Italia posseda un patrimonio costruito molto fragile e sul quale è generalmente difficile intervenire preventivamente a causa dell'impegno economico e alle difficoltà tecniche. Si pensi ad esempio al gran numero di edifici in calcestruzzo armato realizzati nelle prime due decadi del secondo dopoguerra, quando non vi erano prescrizioni specifiche per le costruzioni in zona sismica, o agli edifici storici, per i quali si aggiungono vincoli conservativi a complicare la possibilità di intervento. Tuttavia, ci sono edifici che, benché in condizione di nota deficienza strutturale per azioni sismiche, assolvono a funzioni pubbliche, utilizzati come scuole, uffici, strutture ricettive, e più in generale luoghi dove è previsto il concentrarsi di un numero elevato di persone. In questo contesto, luoghi come scuole ed uffici, vedono un aggravarsi di condizioni sfavorevoli: elementi come banchi o scrivanie, librerie, pareti attrezzate o divisorie risultano essere, la maggior parte delle volte, motivo di ostacolo, sia per l'esodo sicuro verso le vie di fuga da parte degli occupanti che di intralcio ai soccorsi post-evento, sia di pericolo, soprattutto per quanto riguarda gli elementi a sviluppo verticale, come librerie o pareti divisorie, che potrebbero ribaltare e conseguentemente ferire o, in casi estremi, uccidere le persone che si trovano nelle immediate vicinanze. Il progetto multidisciplinare S.A.F.E. si prefigge di utilizzare questi elementi d'arredo come elementi di salvaguardia della vita, in veste di elementi di protezione diretta delle persone od elementi di supporto alla struttura in cui vengono ad essere inseriti, e supporto per i soccorritori, con l'ausilio di strumentazioni tecnologicamente avanzate in grado di guidare ed informare il personale delle eventuali squadre di salvataggio. In questo articolo vengono presentate le idee preliminari, che sono in fase di sviluppo, esaminando le metodologie adottate e le interazioni tra quattro diverse discipline che nel progetto S.A.F.E. confluiscono, ossia il Design industriale, l'Ingegneria Strutturale, l'Informatica e la Chimica Discipline che si trovano ad interagire direttamente con realtà industriali con una consolidata esperienza nella produzione e distribuzione dei sistemi di arredo per scuole e uffici.

### 1 SCENARIO DI RIFERIMENTO

Gli ultimi eventi sismici del nostro paese, in particolare quelli del 2016 che hanno colpito di nuovo gravemente il Centro Italia, hanno riaperto il dibattito sulla sicurezza degli edifici pubblici e ad uso civile, con grande attenzione per quelli dei centri storici, e sulla mancanza di un'adeguata strategia di prevenzione anti-sismica su tutto il territorio italiano. Dopo l'esperienza di ricostruzione post-sisma dell'Aquila, che prosegue a 10 anni dal sisma, e in seguito ai gravi danni e alle vittime dei recenti terremoti del Centro Italia, 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, pubblici e privati, sarà lungo, lento e complesso.

Questa consapevolezza sta facendo crescere in modo esponenziale la domanda sociale di sicurezza nelle comunità e nei territori colpiti, ma anche nel resto dell'Italia. In riferimento a questo scenario, il progetto S.A.F.E. (Design Sostenibile di Sistemi di Arredo con Funzione Salvavita durante Eventi Sismici, [www.safeproject.it/](http://www.safeproject.it/)) finanziato dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, ha la finalità di

trovare soluzioni progettuali e tecnologiche innovative, ma al contempo concrete e fattibili, per rispondere al problema della sicurezza personale e collettiva nelle attività della vita quotidiana delle popolazioni che vivono in zone sismiche.

Il progetto nasce dall'osservazione di ciò che accade frequentemente all'interno degli edifici pubblici e privati durante un terremoto e un conseguente crollo, ovvero il comportamento degli arredi, delle attrezzature mobili e degli elementi non strutturali. Questi, in molti casi, diventano un ulteriore elemento di pericolo e causa di mortalità, in altri, si trasformano, spesso casualmente, in sistemi di protezione della vita umana (Copp 2000). Il differente modo di comportarsi dei sistemi mobili e degli arredi, in caso di terremoto e di crollo (Masatsuki et al. 2008), dipende da come sono stati concepiti, progettati e realizzati. Pertanto, il progetto S.A.F.E. intende focalizzarsi, in primo luogo, sulla ricerca e la definizione di nuovi requisiti tecnico-prestazionali dei sistemi di arredo utilizzati in contesti pubblici, quali scuole e uffici, che consentano, attraverso un approccio al design da una prospettiva strutturale, di trasformarli in veri e propri sistemi di protezione passiva "salva-vita" in caso di sisma, generando in questo modo un significativo valore aggiunto in un sistema di prodotti, destinati per lo più alle Pubbliche Amministrazioni, che ha attualmente scarsi margini di innovazione.

L'implementazione di un approccio strutturale al design degli arredi, che necessita di verifiche, test e prove in laboratori attrezzati con strumentazioni specifiche (quali, ad esempio, la tavola vibrante), disponibili nelle sedi di alcuni dei partner, è solo una delle finalità del progetto. Infatti, gli arredi e le attrezzature mobili di scuole e uffici sono solitamente dei "sistemi di prodotti", coordinati e diffusi all'interno dell'edificio e 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 della costruzione e altre conseguenti minacce, come fughe di gas, incendi, rilascio di sostanze tossiche.

Questo approccio sistemico alla progettazione degli arredi consente la scalabilità delle soluzioni a diversi livelli:

(1) singole unità d'arredo con funzione "salva-vita", che quindi forniscono protezione locale ed immediata;

(2) sistema integrato di soluzioni più complesse ed interconnesse capaci di interagire sinergicamente e di fornire una riduzione del rischio molto più efficace, diventando quasi un

sistema di riqualificazione in termini di sicurezza dell'edificio.

A tal fine, il progetto di ricerca industriale S.A.F.E. intende sviluppare e integrare, nel design dei nuovi sistemi di arredo "salva-vita", una sensoristica e una piattaforma informatica di gestione dei dati, che consenta di renderli sistemi intelligenti, capaci di rilevare e localizzare la presenza di vita dopo un crollo, di monitorare le condizioni ambientali sotto le macerie e di elaborare e trasmettere informazioni utili a chi deve portare soccorso (ad esempio, la Protezione Civile, Vigili del Fuoco).

Concepiti in questo modo, i nuovi sistemi di arredo per le scuole e per gli uffici innovano le loro tradizionali funzioni, trasformandosi in dispositivi di sicurezza utili prima, durante e dopo l'evento sismico. Inoltre, considerando il mercato di riferimento (prevalentemente forniture pubbliche) e gli specifici contesti d'uso (scuola e ufficio) di questi nuovi sistemi di prodotti, il progetto intende rispondere anche alla crescente domanda di sostenibilità ambientale e salubrità, sviluppando materiali e finiture innovativi che migliorino le loro caratteristiche tecnico-funzionali, attraverso l'implementazione di nuove prestazioni ambientali e anti-batteriche.

Il progetto ha, conseguentemente, la finalità di creare valore aggiunto, innovazione tecnologica e progettuale in uno dei settori più tradizionali e distintivi del Made in Italy, quello del comparto manifatturiero Legno-Arredo-Mobile, attraverso un processo di contaminazione di differenti competenze scientifiche e tecnologiche, come quelle di Design Industriale, di Ingegneria Strutturale, di Informatica e di Chimica dei materiali, e del know-how tecnico e di ricerca industriale delle differenti imprese coinvolte (aziende del settore manifatturiero tradizionale e imprese tecnologiche). Infatti, il progetto prevede azioni interdisciplinari ed intersettoriali mirate a valorizzare i risultati di ricerca scientifica e tecnologica attraverso la loro applicazione industriale.

## 2 INNOVATIVITÀ DEI RISULTATI ATTESI

Il progetto S.A.F.E. risponde ad una domanda di sicurezza sociale delle popolazioni che vivono nei numerosi territori ad alto rischio sismico, caratterizzati da un patrimonio edilizio-architettonico storico, ad alta vulnerabilità e quasi mai antisismico, attraverso la progettazione, lo sviluppo e la realizzazione di innovativi sistemi di arredo che si comportano, in caso di terremoto,

come sistemi intelligenti di protezione passiva e “salva-vita” delle persone.

Sono numerosi le comunità e i territori nel mondo, in Europa e in Italia in cui questa domanda di sicurezza e prevenzione sismica è rilevante e crescente. In alcuni paesi, come il Giappone, dove le politiche di prevenzione sismica e la costruzione di edifici anti-sismici sono ormai molto avanzate, il problema del comportamento degli arredi e delle attrezzature mobili all'interno di un edificio viene risolto con sistemi di ancoraggio degli stessi alla costruzione. Invece, in tutti quei paesi, come l'Italia, dove la messa in sicurezza e l'adeguamento anti-sismico degli edifici sono processi ancora poco consolidati, difficili, lunghi e complessi, la sicurezza e la protezione dal sisma in ambiente indoor, e la pericolosità degli arredi mobili durante i terremoti, vengono affrontate con linee guida comportamentali per le persone da adottare in casa e negli edifici pubblici (scuole, uffici, ecc.) e con indicazioni generali sulla disposizione e l'ancoraggio degli arredi alle pareti, si vedano ad esempio la bibliografia sugli elementi non strutturali riportata in calce del capitolo (Villaverde 2004).



Figura 1. Esempio di banco scolastico “antisismico”



Figura 2. Esempio di modulo protettivo “antisismico”.

Solo più di recente, a livello internazionale e nazionale, si sono iniziate a sviluppare alcune soluzioni di prodotti di arredo “salva-vita” in caso di sisma (Chen et al. 2015), soprattutto per il contesto domestico, e i relativi brevetti, che, in gran parte, si configurano come prodotti tradizionali (tavoli, letti, scrivanie, ecc.) con migliori prestazioni di resistenza meccanica ai carichi (ad esempio il banco scolastico in Figura 1), oppure capsule anti-sismiche appositamente studiate con materiali ad alta resilienza (Figura 2), da tenere in casa e nelle quali trovare rifugio in caso di terremoto, o soluzioni di arredi (scrivanie come in Figura 3 e letti in Figura 4) (LifeGuard™ Structures 2018) che all'occorrenza diventano shelter o bunker di protezione personale.



Figura 3. Esempio di scrivania da lavoro “antisismica”



Figura 4. Esempio di letto “antisismico”

Rispetto a questo stato dell'arte, ancora molto limitato seppur in sviluppo, il progetto S.A.F.E. vuole studiare soluzioni progettuali e tecnologiche, innovative e originali, per risolvere il problema della sicurezza e della protezione delle persone dal sisma e dai relativi crolli parziali o totali, durante le attività di vita

quotidiana in ambienti indoor e in contesti pubblici, come le scuole e gli uffici.

Gli elementi di innovatività dei risultati attesi sono:

(1) i nuovi arredi sono concepiti come sistemi, che operano in modo sinergico e interconnesso, e non come singole unità arredative;

(2) il progetto strutturale non si limita ad incrementare le prestazioni di resistenza meccanica dei componenti e l'utilizzo di materiali più resilienti, ma sviluppa nuove soluzioni di funzionamento e uso del sistema di arredi, che massimizzano l'efficacia anti-sismica;

(3) sono migliorate le specifiche tecniche consolidate dei prodotti con nuove prestazioni in termini di salubrità e sostenibilità ambientale;

(4) i nuovi sistemi di arredi integrano, inoltre, innovative soluzioni tecnologiche ICT e IoT, che, attraverso una specifica sensoristica e lo sviluppo di un'apposita piattaforma di gestione dei dati, consenta loro di comportarsi, prima, durante e dopo l'accadimento di eventi sismici, come degli "Smart Objects" capaci di rilevare e elaborare dati e tradurli in segnali e informazioni utili sia per gli utenti che per i soccorritori;

(5) le caratteristiche tecnico-prestazionali innovative dei nuovi sistemi di arredo, concepiti come sistemi intelligenti di protezione della vita in ambiente indoor, sono trasferibili ad altri prodotti del comparto e scalabili a più livelli, dal singolo modulo all'intero sistema di arredo di una scuola o di un ufficio, arrivando a diventare, in questo secondo caso, un sistema di prevenzione e sicurezza per l'intero edificio.

L'utilità dei principali risultati del progetto S.A.F.E. riguarda sia l'avanzamento delle conoscenze tecnico-scientifiche, sia lo sviluppo di soluzioni tecnologiche e metodologie innovative e avanzate, sia l'approccio intersettoriale e interdisciplinare all'innovazione sperimentato nel progetto. In particolare, i risultati più significativi e originali del progetto, utili e utilizzabili ben oltre la conclusione della ricerca industriale proposta, sono:

(a) un set di requisiti tecnico-prestazionali specifici per gli arredi per scuole e uffici con funzione "salva-vita" in caso di sisma;

(b) le linee guida di supporto alla progettazione di arredi anti-sismici;

(c) un set di prove strutturali e specifiche procedure di test e verifica tecnica per validare le tipologie di arredo per scuole e uffici, da sottoporre ai tavoli tecnici preposti allo sviluppo di nuove norme tecniche e standard sugli "arredi antisismici";

(d) i nuovi materiali e trattamenti di finitura sviluppati e testati per rendere il prodotto di

arredo più salubre e sostenibile (ad esempio, con proprietà anti-batteriche);

(e) le innovative soluzioni tecnologiche ICT e IoT studiate e applicate agli arredi per renderli sistemi intelligenti di rilevamento e trasmissione dati;

(f) una componentistica tecnica evoluta ed innovativa applicata agli arredi di scuole e uffici ma trasferibile ad altre classi di prodotto;

(g) le metodologie, sperimentate e testate durante il progetto, per un approccio interdisciplinare e intersettoriale all'innovazione, che integra conoscenze e know-how dei differenti partner pubblici (Università) e privati (Imprese), accelerando l'applicazione industriale dei risultati della ricerca.

### 3 OBIETTIVI

L'obiettivo finale del progetto di ricerca industriale S.A.F.E. è realizzare sistemi di arredo innovativi per scuole e uffici, capaci di trasformarsi in sistemi intelligenti di protezione passiva e "salva-vita" delle persone durante un terremoto e in caso di conseguente crollo dell'edificio. Per conseguire questo obiettivo, il progetto prevede 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.

I nuovi sistemi di arredo "antisismici" saranno caratterizzati da un design sviluppato da una prospettiva strutturale e da nuovi requisiti tecnico-prestazionali, che potenzieranno le caratteristiche tecniche specifiche degli arredi scolastici e per ufficio con nuove prestazioni in termini di funzionamento, utilizzo, resistenza, sicurezza, salubrità e sostenibilità ambientale. In particolare, tali requisiti innovativi saranno il risultato di studi e analisi condotte, in modo coordinato e congiunto, dall'area di ricerca del Design Industriale, dell'Ingegneria Strutturale e Sismica e della Chimica dei Materiali, in collaborazione con le aziende partner del settore Legno-Arredo. Sulla base di questi requisiti tecnico-prestazionali saranno sviluppate soluzioni progettuali e tecnologiche innovative, in relazione a differenti scenari sismici (locale e globale) e alle differenti tipologie di prodotto, per consentire agli arredi di comportarsi come veri e propri sistemi di sicurezza passiva in caso di sisma, sia come singole unità arredative che lavorando come sistema di prodotti. Inoltre, i nuovi sistemi di arredo integreranno soluzioni tecnologiche

sviluppate dall'area di ricerca di Informatica, in collaborazione con le aziende partner di ICT, quali una sensoristica specifica e una piattaforma informatica di gestione dei dati, che consentiranno di rendere gli arredi sistemi intelligenti, capaci di pre-allertare in caso di terremoto, di rilevare e localizzare la presenza di vita dopo un crollo, di monitorare le condizioni ambientali sotto le macerie e di elaborare e trasmettere informazioni utili a chi deve portare soccorso. Per tradurre tali soluzioni progettuali e tecnologiche in concrete applicazioni industriali, saranno realizzati una serie di prototipi intermedi dei prodotti per verificarne, attraverso prove in laboratorio e su piattaforma vibrante, le prestazioni strutturali e di resistenza meccanica attese ai fini di garantire la salvaguardia della vita. Analogamente saranno testati i dispositivi ICT da integrare negli arredi per renderli sistemi intelligenti, sottoponendoli a urti e prove di stress per verificarne il comportamento e l'efficacia in caso di crollo dell'edificio. Infine, a seguito dei risultati delle prove sui prototipi intermedi, si avvierà una fase di progettazione esecutiva che porterà alla realizzazione dei prototipi finali dei sistemi di arredo, integrati con i dispositivi tecnologici (ICT e IoT) di localizzazione e monitoraggio, sui quali verranno nuovamente effettuate sessioni di test strutturali in laboratorio (SISLab) e di verifica della conformità alla normativa tecnica vigente (Cosmob). Il set di prove e le procedure di test, messe a punto durante il progetto, rappresenteranno un risultato che, presentato negli specifici tavoli tecnici normativi, potrà diventare riferimento per lo sviluppo di nuovi standard e norme tecniche sugli "arredi antisismici".

## 4 ATTIVITÀ PREVISTE

### 4.1 *Ricerca, definizione e condivisione dei requisiti tecnico-prestazionali e commerciali dei nuovi arredi salvavita in caso di sisma*

Questa attività prevede la ricerca, la definizione e la condivisione dei requisiti tecnici, prestazionali e commerciali necessari per l'ideazione e lo sviluppo progettuale dei nuovi arredi salva-vita in caso di sisma. Si articola in una serie di attività sviluppate in parallelo da tutti i partner, riuniti in ambiti di competenza.

Il gruppo di ricerca del Design Industriale e dell'Ingegneria Strutturale composto dalle unità di UNICAM, UNIVAQ, UNIBAS e dai partner imprenditoriali, si focalizzerà sugli aspetti

funzionali e strutturali dei nuovi prodotti, analizzando brevetti, dispositivi e sistemi di arredo salva-vita già sviluppati e definendo lo scenario sismico di riferimento. Sulla base delle ricerche condotte saranno elaborate le linee guida progettuali. Queste implementeranno i risultati delle analisi svolte degli altri team di ricerca.

Il gruppo dell'informatica, composto dalle due unità di UNICAM e di UNIVAQ e dalle Aziende Filippetti e Santer Reply, avrà il compito di rilevare e definire i requisiti prestazionali dei sistemi ICT di pre-allertamento, localizzazione e monitoraggio in caso di sisma da integrare negli arredi. Il gruppo di ricerca di Chimica si occuperà di identificare i fattori prioritari di rischio per la salubrità e sicurezza all'interno dell'ambiente confinato a seguito del crollo, definendo conseguentemente possibili strategie per il suo miglioramento. Il Cosmob analizzerà il quadro normativo del comparto di riferimento mentre le aziende produttrici di arredi e distributrici indagheranno lo scenario di riferimento commerciale dei nuovi prodotti e identificheranno le tecnologie di produzione disponibili per lo sviluppo progettuale e la realizzazione dei prototipi.

### 4.2 *Design, progettazione strutturale, prototipazione preliminare e verifiche sperimentali di arredi salva-vita in caso di sisma*

Questa attività prevede lo sviluppo e la definizione progettuale del design e della parte strutturale di tutti gli arredi salva-vita in caso di sisma e la loro prototipazione per le verifiche preliminari di validazione delle soluzioni elaborate. Vede coinvolti i gruppi ricerca del Design Industriale e dell'Ingegneria Strutturale di UNICAM e di UNIVAQ e le aziende produttrici di arredi ha inizio con una fase di studio e ricerca su nuovi materiali, tecnologie di produzione e dispositivi e sistemi strutturali di protezione passiva esistenti sul mercato e implementabili nello sviluppo progettuale. Si procederà, quindi, all'ideazione e lo sviluppo dei nuovi concept di sistemi di arredo salva-vita in caso di sisma per i contesti scuola e ufficio e alla loro definizione strutturale. Sulla base dei progetti elaborati sarà possibile effettuare le verifiche virtuali sui modelli tridimensionali e realizzare i prototipi dei nuovi prodotti per i test preliminari di resistenza e resilienza. Prima di procedere alla realizzazione dei test saranno definite le procedure sperimentali di verifica, data la mancanza di una normativa specifica, e sarà effettuata una prima validazione di rispondenza dei nuovi prodotti ai requisiti

normativi estrapolati nel precedente OR2. Nello sviluppo dei prototipi saranno impegnati tutti i partner produttori sotto la supervisione del gruppo di ricerca del Design Industriale e dell'Ingegneria Strutturale. Sulla base dei risultati sperimentali ottenuti dai test di verifica si procederà, infine, all'ulteriore ottimizzazione strutturale e del design degli arredi e all'integrazione dei dispositivi ICT per il monitoraggio ed il ritrovamento realizzati dal gruppo di ricerca di Informatica e dei materiali e trattamenti superficiali sviluppati dal gruppo di ricerca di Chimica.

#### 4.3 *Progettazione, realizzazione di prototipi di studio e test di verifica sperimentale del sistema ict di localizzazione e monitoraggio*

Questa attività prevede la progettazione, realizzazione e verifica sperimentale attraverso specifici test del sistema ICT di pre-allertamento, localizzazione e monitoraggio in caso di sisma. Il sistema si compone di un apparato sensoristico integrato negli arredi e una piattaforma di management per la gestione dei nodi sensore, in modo da garantire un flusso continuo di informazioni utili a riconoscere scenari di emergenza e in particolare quando questi generano crolli di edifici. I sensori oggetto di studio, progettazione e sviluppo saranno in grado di percepire, una volta avvenuta la catastrofe, la presenza di una persona nelle proprie vicinanze e fornire dati relativi alla sua localizzazione e alle condizioni medico-sanitarie. Dopo una prima fase di identificazione e analisi di dispositivi hardware open source capaci di rispondere adeguatamente ai requisiti di progettazione stabiliti, il gruppo di ricerca dell'informatica di concerto con le aziende Santer Reply e Filippetti procederà alla progettazione della soluzione integrata composta dai dispositivi hardware e dai moduli software che ne permettono la gestione. A seguito della progettazione si passerà alla realizzazione e test del prototipo di piattaforma integrante le tecnologie e i dispositivi identificati negli scouting tecnologici effettuati precedentemente. Sulla base dei risultati dei test di verifica funzionale dei prodotti sarà avviata la finalizzazione della piattaforma. In questa attività i dispositivi hardware saranno calibrati e corretti eventuali emersi durante i test di verifica. Le funzionalità della piattaforma e gli algoritmi sviluppati saranno oggetto di revisione nel caso emergano aspetti non considerati o considerati ma non ancora perfezionati. Dopo lo sviluppo della piattaforma e dei dispositivi ICT il gruppo di ricerca del Design Industriale procederà alla

definizione formale dei nuovi dispositivi che dovrà tener conto delle necessità d'integrazione con tutte le tipologie di prodotto sviluppate.

#### 4.4 *Progettazione, campionatura e test di verifica sperimentale di nuovi materiali e finiture superficiali per l'incremento prestazionale in termini di sicurezza, salubrità e sostenibilità ambientale dei nuovi arredi salva-vita in caso di sisma*

Questa attività prevede la progettazione, la campionatura e la realizzazione di test di verifica sperimentale di nuovi materiali e finiture superficiali per l'incremento prestazionale in termini di sicurezza, salubrità e sostenibilità ambientale dei nuovi arredi salva-vita in caso di sisma. L'OR vede coinvolti il gruppo di ricerca di chimica di UNICAM e le aziende produttrici di arredi. Dopo una prima fase di analisi e studio di materiali e trattamenti superficiali in grado di migliorare le performance in termini di sicurezza, salubrità e sostenibilità ambientale degli arredi sia in "tempo di pace" che a seguito dell'evento sismico, dei CAM "Criteri Ambientali Minimi" emanati dal Ministero dell'Ambiente per gli "Acquisti Verdi delle Pubbliche Amministrazioni" (GPP) e sulla base dell'identificazione da parte delle aziende coinvolte all'interno dell'OR in merito ai materiali e alle finiture utilizzate nel comparto di riferimento, si avvierà la sintesi e messa a punto sperimentale di nuovi materiali e trattamenti superficiali in grado di incrementare le prestazioni oggetto dello sviluppo. I prototipi/campioni ottenuti saranno testati nel laboratorio di Igiene dell'Università di Camerino, al fine di verificarne l'attività antibatterica nei confronti di ceppi batterici e fungini. Sulla base dei risultati sperimentali ottenuti dai test di verifica si procederà all'ottimizzazione e ulteriore sviluppo sperimentale dei materiali e trattamenti superficiali ritenuti coerenti con gli obiettivi prestazionali prefissati.

#### RIFERIMENTI

- Chen, M., Jiang, L., Liu, D.Z., Lyu, J.H., 2015. Primary research on emergency self-rescue furniture design for natural disasters. *Proceedings of the 2015 Conference on Informatization in Education, Management and Business*.
- Copp, D., 2000. American Rescue Team Survival Magazine Article. *The American Rescue Team International*, 7:32-37.
- LifeGuard™ Structures, 2018. Life-Saving Structures multi-hazard protection in a familiar form, [www.life-guardstructures.com](http://www.life-guardstructures.com). Accessed: 3 Dec. 2018.

- Masatsuki, T., Midorikawa, S., Ohori, M., Miura, H., Kitamura, H., 2008. Seismic behavior of office furniture in high-rise buildings due to long-period ground motions, *Proceedings of the 14th World Conference on Earthquake Engineering*.
- Villaverde, R., 2004. Seismic analysis and design of nonstructural elements, in: Bozorgnia Y., Bertero V.V. *Earthquake Engineering: From Engineering Seismology to Performance-Based Engineering*, CRC Press.