POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Fire Safety Engineering, Universal Design, Realtà Virtuale: nuovi strumenti per una progettazione sempre più smart

Original
Fire Safety Engineering, Universal Design, Realtà Virtuale: nuovi strumenti per una progettazione sempre più smart / Vancetti, Roberto; Cosi, Filippo; Cereda, Emiliano. - ELETTRONICO. - (2019), pp. 873-882. (Intervento presentato al convegno Ingegno e costruzione nell'epoca della complessità - Forma urbana e individualità architettonica tenutosi a Torino nel 25/09/2019 - 28/09/2019).

Availability:
This version is available at: 11583/2782512 since: 2020-01-20T11:39:02Z

Publisher:
Politecnico di Torino

Published
DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

16 April 2024

TORNA ALL'INDICE

FIRE SAFETY ENGINEERING, UNIVERSAL DESIGN, REALTA' VIRTUALE: NUOVI STRUMENTI PER UNA PROGETTAZIONE SEMPRE PIÙ SMART

Fire Safety Engineering, Universal design, Virtual Reality: New tools for an increasingly smart design

Roberto Vancetti*, Filippo Cosi, Emiliano Cereda***
**Politecnico di Torino (Torino, Italia); **AI Studio (Torino, Italia)*
roberto.vancetti@polito.com - fcosi@aigroup.it - emiliano.cereda@studenti.polito.it

Keywords: Fire Safety Engineering, Universal Design, Human Behavior, Virtual Reality.

Riassunto

Negli ultimi anni si è affermata la progettazione prestazionale della sicurezza antincendio, sia negli interventi di recupero del patrimonio edilizio, sia nella progettazione di nuovi insediamenti, in particolare quelli con grande valenza architettonica o particolare complessità. Questi casi non sono affrontabili in modo efficace e ottimale con le tradizionali norme antincendio prescrittive. Il progettista antincendio dispone oggi di una maggiore flessibilità, per cui gli si richiede una notevole specializzazione. Tra le nuove metodologie progettuali si annoverano i software di modellazione dell'incendio e dell'esodo, oggi sempre più integrati con la *Virtual Reality*. Contemporaneamente, sta acquisendo importanza il tema dello *Human Behavior* nella progettazione della sicurezza. In questo senso la progettazione tiene conto del comportamento degli occupanti, compresi quelli con esigenze specifiche o che richiedono assistenza per affrontare l'emergenza, nell'ottica dell'*Universal Design*.

Abstract

In the last years the performance based design applied to fire engineering has been established. This method is suitable both to the recovery of historic buildings and in the design of new structures, in particular those characterized by a notable architectural valence or particular complexity. These cases cannot be dealt in a effective and optimized way by using the traditional prescriptive fire protection standards. Today, the fire engineer has more flexibility, but this requires a considerable specialization. Among the new design methodologies can be counted the fire and evacuation modeling, in the future even more integrated with the Virtual Reality. At the same time, the Human Behavior aspects are gaining importance in the safety design. In this sense the design takes into account the behavior of the occupants, including profiles with specific needs or requiring assistance during the emergency phases, in order to comply with the Universal Design.

Premessa

È in corso un progetto di ricerca che, basandosi sulle tematiche dell'ingegneria antincendio, vuole approfondire lo studio del comportamento umano in emergenza nell'ambito dell'Universal design con i più moderni strumenti disponibili appartenenti al mondo della

TORNA ALL'INDICE

Virtual Reality. Il presente contributo presenta i primi risultati della ricerca ponendo in risalto potenzialità e limiti.

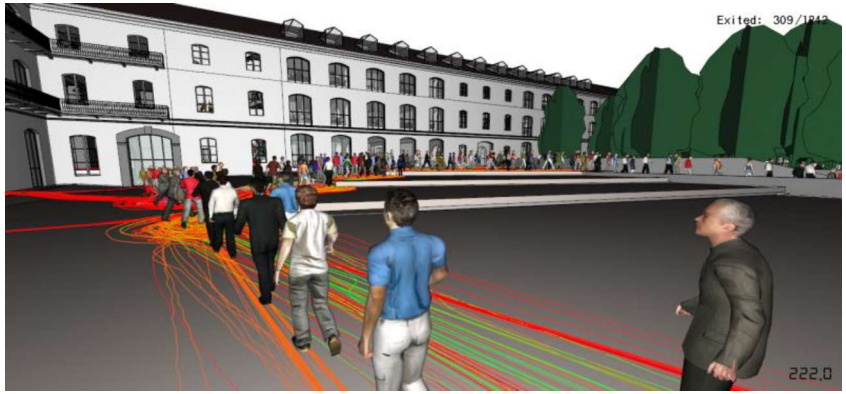

Fig. 1. Un esempio di modellazione dell'esodo in caso di emergenza.

La Fire Safety Engineering, un approccio Performance Based

Con l'affermarsi nel mondo della progettazione della filosofia del performance-based design, il progetto si focalizza sempre più sulle prestazioni. Si è concretizzata la necessità di garantire la salvaguardia della vita, che ha comportato la necessità da parte dei progettisti di avere a disposizione degli strumenti che permettessero di prevedere le dinamiche durante un'emergenza. Il *performance-based design* (PBD) si basa sul concetto che qualunque misura antincendio possa essere impiegata nel progetto purché sia adeguata al fine di permettere un certo livello di sicurezza in sinergia con tutte le altre. Su questi principi si basa quindi la *Fire Safety Engineering*[1], tra i cui scopi vi è quello di permettere all'occupante di evacuare l'edificio nei tempi necessari ed in condizioni accettabili. Sebbene la *FSE* non sia da identificare esclusivamente con gli strumenti modellistici oggi disponibili, è proprio attraverso la sinergia con questi ultimi che si ritiene che la realtà virtuale farà il suo ingresso negli studi di progettazione. La FSE ha spostato il baricentro della prevenzione incendi, dal piano normativo e dell'ente di controllo a quello progettuale e del professionista antincendio. Lo stesso Codice di prevenzione incendi sottolinea l'importanza della valutazione del rischio a cura del progettista. Per quanto riguarda il mondo della modellazione, la simulazione virtuale del comportamento dell'incendio e delle persone in emergenza viene effettuata mediante i metodi della *Fire Safety Engineering*. Il progettista antincendio utilizza infatti modelli di calcolo per valutare la salvaguardia della vita degli occupanti mediante la determinazione dei valori di ASET (*Available Safe Escape Time*) ed RSET (*Required Safe Escape Time*). Queste verifiche richiedono l'utilizzo di software che consentano la simulazione virtuale dell'incendio e quella del comportamento umano, per esempio durante le fasi dell'esodo in emergenza.

Gli output restituiti dai software modellistici sono sia di tipo quantitativo che qualitativo. Nel caso di una simulazione di incendio, da essa è possibile valutare la visibilità in qualsiasi punto dell'edificio, la diffusione dei fumi e altri aspetti ai fini della sicurezza antincendio. Gli output delle simulazioni d'esodo sono invece costituiti da: mappe rappresentative della densità di affollamento, livelli di servizio (LoS) dei vari componenti del percorso di esodo, calcolo dei tempi di evacuazione dall'edificio o dai singoli ambienti, o ancora il calcolo della FED

1.*Fire Safety Engineering.* La cosiddetta "Ingegneria della sicurezza antincendio" è una disciplina le cui caratteristiche e definizioni sono state presentate per la prima volta nel documento ISO/TR 13387. Esistono diversi sinonimi di tale terminologia a seconda del documento in cui è trattata, se ne riportano alcuni: approccio ingegneristico, metodo prestazionale, ingegneria della sicurezza antincendio, *Fire Safety Engineering* (FSE), approccio *Performance Based*. Essa si può definire come la materia che tramite metodi scientifici permette al progettista nella scelta delle misure di sicurezza.

TORNA ALL'INDICE

(*Fractional Effective Dose*) per ciascun occupante. Dalla combinazione ragionata delle simulazioni di esodo e quelle di incendio il progettista è in grado di valutare l'efficacia delle misure antincendio previste nel progetto. È evidente che la maggiore flessibilità permessa dalle recenti norme vada in parallelo con una maggiore competenza tecnica del progettista antincendio, necessaria per individuare le migliori soluzioni alternative ma anche, in generale, per valutare i rischi e quantificare l'efficacia delle misure progettuali previste. Tutto ciò si traduce anche in una maggiore responsabilità soggettiva in capo al progettista. Sebbene la FSE non si limiti all'utilizzo di software sofisticati di modellazione, di cui peraltro si dovrebbe padroneggiare i settaggi nel modo più corretto, è comunque fuori dubbio che tali strumenti, software e hardware, innovativi e potenti, incrementino notevolmente le capacità progettuali, in termini sia di quantità delle verifiche che di approfondimento scientifico.

Il comportamento umano durante le emergenze

Sulla base di quanto precedentemente detto, lo "*Human behavior*" risulta essere un tema senza dubbio attuale. Infatti i modelli di simulazione di esodo hanno come obiettivo quello di rappresentare le dinamiche legate all'evacuazione in caso di emergenza. Tutto ciò risulta possibile grazie all'adozione di teorie ed assunzioni attinte da dati sperimentali o prove di evacuazione. Questi ultimi sono affetti da un elevato livello di incertezza. Se da un lato negli ultimi anni la descrizione degli aspetti fisici e geometrici ha raggiunto un grado di approfondimento tale da rendere questi aspetti come assodati, dall'altro i più avanzati modelli di simulazione di esodo implementano all'interno del proprio modello non solo le caratteristiche puramente fisico-geometriche, ma anche quelle legate alla caratterizzazione comportamentale dell'occupante, ovvero il cosiddetto "*Human behavior*". Per questo motivo la fase di definizione del profilo idoneo per ciascun occupante risulta essere uno degli elementi che in maggior misura influenza gli esiti della simulazione in correlazione al caso studio, proprio perché il comportamento umano ha un'influenza notevole sui tempi di evacuazione. In una prima analisi si evince come alcuni di questi aspetti sono stati per anni totalmente trascurati. Al fine prevedere le dinamiche durante un evento di evacuazione da un edificio ed evidenziarne i fattori rilevanti è utile indagare le caratteristiche peculiari degli occupanti in emergenza, trattandoli sia come singoli pedoni, ma anche come gruppo omogeneo. Ogni occupante può essere descritto da una serie di attributi che ne differenziano il comportamento e il movimento rispetto gli altri.

- genere;
- età;
- familiarità con l'edificio;
- attaccamento sociale;
- attaccamento agli oggetti.

La prima differenziazione si può fare considerando il genere, infatti numerosi episodi hanno dimostrato che il sesso maschile e quello femminile assumono comportamenti diversi in caso di pericolo. Altro elemento determinante è l'età dell'occupante, basti fare riferimento ad eventi che hanno interessato bambini, adulti ed anziani. Ognuna delle tre tipologie elencate presenta caratteristiche e risposte differenti in fase di esodo. Un elemento che ad esempio si può osservare nelle persone più anziane è la fatica, infatti si possono presentare dei cali di resistenza e un conseguente incremento dei tempi di esodo. Analizzando alcuni eventi passati è emerso come gli individui scelgano un percorso anziché un altro proprio in funzione della loro conoscenza rispetto l'ambiente che li sta

2. Rapporto tecnico ISO/TR 16738:2009. La ISO/TR 16738:2009 ha come obiettivo quello di cercare di razionalizzare i dati dei vari studi sull'argomento in modo da renderli accessibili per tutti i progettisti che si trovino a trattare queste tematiche. In esso sono contenuti i valori in termini di tempo e velocità volti a caratterizzare i profili di occupanti. Tuttavia sono innumerevoli gli approfondimenti sull'argomento. Il Codice di prevenzione incendi permette l'impiego di dati reperiti da normative vigenti, ma in alternativa, consente al progettista di attingere i dati di input per la modellazione di esodo anche da letteratura tecnica benché quest'ultima abbia validità a livello scientifico.

TORNA ALL'INDICE

ospitando. Molto spesso infatti si è osservato che le persone utilizzano per l'esodo lo stesso percorso che hanno utilizzato per accedere all'edificio ma a ritroso, in alcuni casi non curandosi della segnaletica. Altri elementi da tenere in considerazione possono essere l'attaccamento sociale e agli oggetti. I legami affettivi infatti rappresentano un fattore determinante in queste situazioni. Alcune persone infatti non pensano immediatamente ad evacuare l'edificio, bensì a raggiungere ed aiutare i propri cari prima di allontanarsi dalla struttura. Si assiste anche a situazioni in cui l'occupante decide di recuperare gli effetti personali, basti pensare agli incendi che si verificano in luoghi ove si svolge la vita quotidiana come le abitazioni. Purtroppo la famigliarità in questo caso si traduce in un elemento negativo poiché l'occupante non percepisce realmente il pericolo sentendosi in un ambiente per lui sicuro.

L'influenza degli aspetti comportamentali, sulle dinamiche di esodo, vengono implementati attraverso gli addendi del fattore RSET precedentemente enunciato. Quest'ultimo esprime il tempo di cui gli occupanti all'interno di un determinato ambiente necessitano al fine di raggiungere il luogo sicuro, o temporaneamente sicuro. Esso si compone di 4 parti, ognuna delle quali riferite ad una specifica circostanza: tempo di rivelazione (detection) t_{det}, tempo di allarme generale t_a, tempo di pre-movimento (pre-travel activity time) t_{pre} e tempo di movimento (travel) t_{tra}. Tra gli obiettivi della ricerca vi è quello di approfondire il contributo dei fattori t_{pre} e t_{tra}. Si è evinto come in molteplici casi il tempo di pre-movimento risulta quello che assume maggior peso nella sommatoria. In esso infatti vengono contemplati gli aspetti comportamentali, e quindi interessati da un'elevata variabilità a seconda delle condizioni al contorno.

Per tenere conto almeno di una parte degli aspetti comportamentali e fisici appena enunciati, il progettista è tenuto a fare riferimento ai dati reperiti dalla letteratura scientifica, nell'ambito di ricerche svolte su questo tema. Nello specifico, in questi documenti[2] sono contenuti i valori di velocita di movimento ed i tempi da attribuire a ciascuna tipologia di occupante.

Il tema dello Universal design e dell'inclusione nell'ingegneria antincendio

Il mondo della progettazione non può prescindere dai temi legati alle disabilità ed all'inclusione e quindi al mondo dell'Universal Design. Le proprietà fin qui analizzate riguardano un bacino molto ristretto della società, in quanto vengono completamente omesse le considerazioni di eventuali persone con un ridotto livello di autonomia nel movimento o ancora con ridotte capacità cognitive. Nonostante dal 1989 con il D.M. 236/89 si introduca il concetto di superamento e eliminazione delle barriere architettoniche, nonché quello di accessibilità, seppur implicitamente, la figura del normodotato e quella del disabile nella cultura della società erano comunque due profili ben distinti tra loro. I progetti venivano concepiti e sviluppati in funzione delle esigenze di un utilizzatore finale "standard", il quale si ipotizzava possedere piena efficienza a livello motorio e cognitivo. Nell'ultimo decennio, la società sta gradualmente cambiando visione sull'argomento, divenuto ad oggi tema di grande sensibilità. Si sta assistendo ad una educazione della popolazione riguardo questi aspetti con un conseguente cambiamento culturale. Un grande passo in avanti si ha avuto con il D.M. 03/08/2015 (Codice di Prevenzione Incendi), che ha introdotto i principi di inclusione, nell'ambito della prevenzione incendi. Con il termine inclusione si descrive un nuovo concetto metodologico in accordo con i principi di Universal design, tramite il quale le persone con annesse le varie tipologie di disabilità (temporanee o permanenti) che frequentano l'attività diventano parte integrante della progettazione. Questo approccio tuttavia richiede un grosso sforzo sul piano progettuale poiché

TORNA ALL'INDICE

va a stravolgere i canoni sui quali si è basata la progettazione per anni, andando ad influire sulle dimensioni o ad influenzare la scelta di alcuni elementi. È importante perciò che si segua e si supporti questa strada educando la società ad una progettazione inclusiva ed "universale".

Disabilità ed emergenza: analisi

L'affermarsi di una nuova filosofia legata al tema dell'inclusione ha creato l'esigenza di conoscere e saper descrivere in dettaglio ogni aspetto della popolazione, in termini comportamentali, fisici e geometrici al fine di poter fondare la validazione di un progetto sulla base di una società eterogenea. Molte delle teorie sulle dinamiche dell'esodo, durante un incendio, sono in realtà poco affidabili, in quanto la maggior parte di esse fanno riferimento a condizioni ideali. Infatti non viene quasi mai tenuta in considerazione la caratteristica di eterogeneità degli occupanti, come ad esempio l'età, ma soprattutto il livello di autonomia nel movimento. Queste carenze causano perciò delle incongruenze tra il mondo dell'ambiente simulato e quello reale e quindi ne falsano i risultati. La ricerca analizza alcuni di questi aspetti con l'obiettivo di simulare il comportamento di ciascun occupante nel modo più affine alla realtà possibile. In un ambiente, in relazione alle funzioni dell'edificio, possono coesistere più profili di utenti, i quali possono interagire tra loro, basti pensare ad una classe di alunni in edilizia scolastica, o al paziente allettato ed i famigliari in una camera di ospedale.

La modellazione

Il primo step sul quale l'analisi si è focalizzata è stato quello di identificare tutte le tipologie di occupanti che possono interessare un esodo in emergenza e le caratteristiche ad essi correlate. Al fine di avere informazioni generali e internazionalmente riconosciute sull'argomento si è fatto riferimento alla guida DARAC[3]. In riferimento al testo si è individuata quindi una prima classificazione riguardante le differenti tipologie di disabilità: mobilità, cecità o ipovedenza, udito, linguaggio, cognitivo. Su questa base, il secondo step è consistito nell'andare a dettagliare ciascuna tipologia, discretizzando quanto più possibile ciascuna caratteristica di ogni potenziale profilo di occupante. Infine per ciascuno dei profili individuati sono stati determinati i probabili dispositivi per il movimento. In ultima battuta sono stati proposti 3 differenti livelli (I, II, III) legati al grado di autonomia nel movimento durante l'esodo. Di seguito si riporta uno stralcio di tale classificazione (Tabella 1).

TIPOLOGIE DI DISABILITA'	DISPOSITIVI	LIVELLO DI AUTONOMIA
Ridotta Mobilità	Sedia a rotelle	II-III
	Sedia a rotelle elettrica	II
	Bastone	I-II
	Stampelle	I-II
	Girello	I-II
Problemi respiratori	-	I-II-III
Ciechi o con ridotta visibilità	Bastone	II-III
	Cane da assistenza	II-III
Non udenti	-	I-II
Problemi di linguaggio	-	I
Problemi di tipo cognitivo	Vari	I
Disabilità temporanee	Vari	I-II-III
Disabilità multiple	Vari	I-II-III

3. DARAC. È l'acronimo di "*Disability Access Review and Advisory Committee*", il cui obiettivo principale è quello di identificare le esigenze esistenti e le problematiche emergenti dalla comunità di disabili col fine di implementare queste necessità all'interno delle guide NFPA. La guida, pubblicata nel giugno 2016, contiene le disposizioni per gli utenti con disabilità. Essa è stata sviluppata insieme alla comunità di disabili al fine di fornire indicazioni sull'argomento il più possibile attendibili e di efficacie utilizzo. In essa si individuano 5 diverse categorie di disabilità. Inoltre al suo interno sono contenute anche alcune linee guida ai fini di migliorare la progettazione e la pianificazione dell'evacuazione degli occupanti dagli edifici.

Tabella 1. Classificazione delle tipologie di occupanti in funzione del livello di autonomia.

In aggiunta ai profili sopra riportati è opportuno prendere in considerazione anche casi limite, in cui l'individuo si trova in situazioni molto particolari, che ad esempio si possono presentare nel caso di

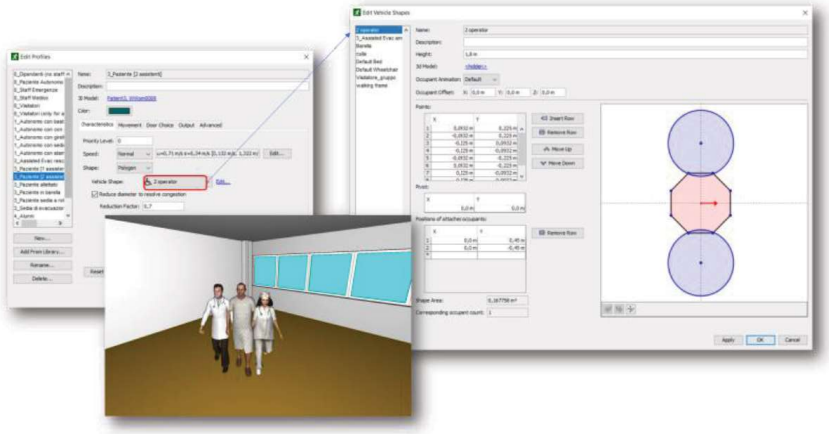

Fig. 2. Esempio di modellazione di un paziente accompagnato da due assistenti.

strutture ospedaliere. Queste attività infatti possono comprendere persone allettate o in barella, le quali molto spesso richiedono una protezione sul posto in locale adeguatamente progettato.

In questo modo si è ottenuto un quadro abbastanza completo di tutte le probabili tipologie di occupanti che un progettista deve considerare nel creare una modellazione di un evacuazione. Come detto, le normative vigenti, cercano di descrivere ciascuna tipologia di occupante in termini di velocità di movimento e tempi di pre-movimento. Tuttavia, all'interno dei più diffusi software di simulazione di esodo si è evinto come la modellazione di profili non standard non sia ancora ottimizzata.

Da ciò è scaturita l'esigenza di analizzare le criticità nella gestione dei profili di disabilità precedentemente descritti. In particolare si è scelto di utilizzare il software *Pathfinder* della *software-house* Thunderhead Engineering®. In particolare si è scelto un edificio fittizio, da prendere come base per le simulazioni, dopodiché la simulazione è stata suddivisa in 3 macro settori, ognuno di essi contenente tipologie differenti di occupante: un primo settore ospitante spazi adibiti a stanze per gli allettati di un ospedale, un secondo ospitante le classi di alunni all'interno di una scuola, e l'ultimo settore riguardante l'area ambulatoriale di un ospedale. Ciò ha consentito di analizzare il comportamento di più profili all'interno dello stesso modello. Nel caso in esame il software tratta la disabilità solamente dal punto di vista dell'occupante in sedia a rotelle ed il paziente allettato. Tuttavia il programma fornisce un'interfaccia di modellazione dei profili che permette all'operatore di generare tutti i casi elencati in Tabella 1, seppur con alcuni limiti. L'ingombro di ciascun utente è stato adeguatamente dimensionato utilizzando le dimensioni medie presenti in letteratura.

Il primo limite riscontrato riguarda il fatto che attualmente il software permette l'abilitazione della richiesta di assistenza solamente a quei profili la cui geometria contiene una sedia a rotelle oppure un letto di ospedale, in quanto considera come potenziali utenti non autonomi solo queste categorie. Dunque in una prima analisi non risulta possibile la simulazione di persone con ridotte capacità motorie quali in stampelle, bastone, girello, o non vedenti. Tuttavia questa criticità è stata risolta: si è creato un nuovo profilo basato su quello munito di veicolo di default, dopodiché si è modellato una geometria che andasse a discretizzare e rappresentare l'ingombro dell'utente cilindrico standard, il passo successivo è stato

TORNA ALL'INDICE

quello di aggiungere uno o più assistenti al profilo così creato. Questa strada è risultata essere quella che meglio si adatta alla rappresentazione di ogni tipologia di disabilità motoria. Tramite questo metodo si sono costruiti i profili per utenti muniti di girello, in barella e per quei degenti che necessitano di uno o più assistenti.

La VR: un nuovo strumento a supporto della progettazione con la FSE

Con l'affermarsi di strumenti e tecnologie sempre più all'avanguardia, la modellazione ha assunto un ruolo fondamentale in molteplici ambiti della progettazione ingegneristica. Basti pensare alle analisi CFD (*Computational Fluids Dynamics*) nell'ambito della fluidodinamica, alle analisi agli elementi finiti per la progettazione strutturale o ancora alle simulazioni del comportamento e del movimento umano durante un'emergenza.

In questo panorama in evoluzione si sta inserendo in aggiunta anche il complesso mondo della realtà virtuale (VR), già utilizzata per l'addestramento degli operatori del soccorso antincendio in ambito internazionale. La FSE può trarre da questi strumenti innumerevoli sviluppi soprattutto nell'ottica dell'analisi del comportamento umano. Nella ricerca si sono analizzate le possibilità attuali ed i limiti che progressivamente verranno superati in questo ambito innovativo e promettente. La realtà virtuale permette al progettista di immergersi nello scenario di incendio al fine di valutare in prima persona, seppur virtualmente, le condizioni che si vengono a creare, in alternativa all'esame dei grafici e delle rappresentazioni video su un monitor tradizionale. L'esperienza della visita virtuale dello scenario di incendio può anche essere condivisa con altri utenti, per esempio altri progettisti, il cliente, l'utilizzatore finale dell'edificio, il funzionario tecnico dell'organo di controllo. Purtroppo ad oggi, viste le potenzialità di calcolo limitate, non è possibile interagire con lo scenario di incendio, che dovrà essere elaborato in anticipo e poi caricato nell'ambiente virtuale. Per esempio non si può verificare in tempo reale come cambiano le condizioni nel caso in cui l'utente, mediante la VR, apra una porta antincendio. È invece possibile pre-caricare determinate azioni e poi verificarne le conseguenze con un punto di vista in prima persona nonché dinamico, quindi immersivo. Come meglio descritto in seguito, è possibile oggi immedesimarsi in un occupante durante l'esodo dal fabbricato e verificare l'intuitività e la percorribilità delle vie di esodo, intese sia come LoS (*Level of Service*) che come efficacia della cartellonistica. Sebbene non sia possibile affermare che il livello di immersività dell'attuale VR sia tale da determinare nell'utente le condizioni psicofisiche del panico, risulta evidente che la visualizzazione dello scenario di incendio con gli

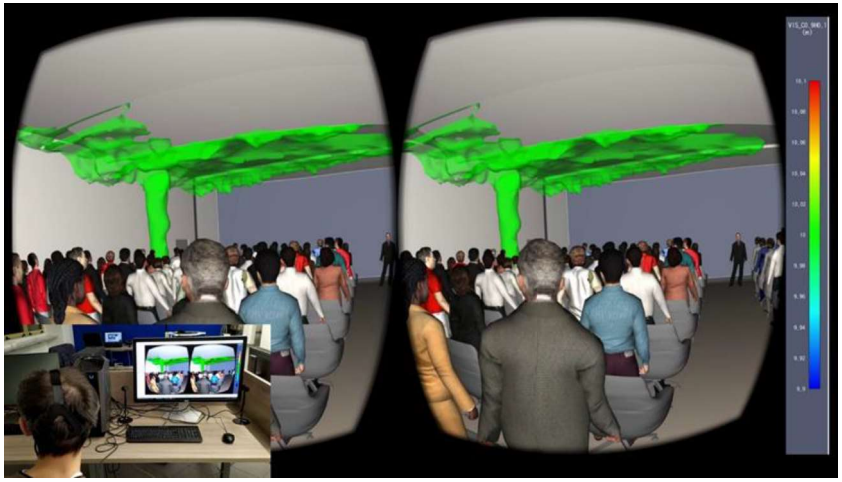

Fig. 3. Visualizzazione delle isosuperfici di visibilità tramite visore.

TORNA ALL'INDICE

strumenti VR fornisce un'idea molto chiara delle condizioni in cui ci si può trovare in caso di emergenza.

Un applicativo per coniugare VR e modellazione con la FSE

Dopo aver analizzato in maniera critica le tecnologie attualmente disponibili, tenendo altresì conto dei relativi limiti, con l'obiettivo di applicare gli strumenti VR nel settore della prevenzione incendi si è predisposto da zero un nuovo applicativo informatico dedicato. La volontà della ricerca è quella di realizzare uno strumento alternativo e più completo rispetto a quelli attuali, ai fini di immergere l'utente (il progettista ed il validatore) all'interno della simulazione stessa. L'applicativo nasce quindi con il duplice obiettivo di fornire uno strumento a supporto del progettista e del funzionario del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, che avrà il compito di validare il progetto, nello spirito della condivisione e del confronto costruttivo finalizzato all'obiettivo comune della sicurezza antincendio. Tra le opportunità che l'applicativo (tuttora in fase di sviluppo) si propone di fornire, si possono elencare le seguenti:

- supportare il professionista antincendio nelle fasi della modellazione CFD e di esodo, per verificare che le misure antincendio adottate al caso studio siano ottimali ed efficaci;
- valutare la tipologia e la posizione della segnaletica di emergenza, la cui visibilità può essere influenzata dalla presenza dei fumi;
- verificare che gli spazi siano stati ben progettati, ovvero che il sistema d'esodo sia privo di ostacoli, ben fruibile e facilmente individuabile;
- partecipare alle fasi di esodo in prima persona immedesimandosi in uno degli occupanti della struttura, vivendo l'esperienza virtuale dell'esodo dall'edificio;
- permettere in tempo reale di effettuare modifiche in ambito architettonico e non solo offrendo all'utente di effettuare una vera e propria progettazione partecipata in modo immersivo, valutando immediatamente le variazioni attuate.

Tecnologie e strumenti utilizzati

Per la creazione del modello virtuale è stato utilizzato l'ambiente di sviluppo *Unity*. Sebbene questa tipologia di programmi sia nata inizialmente col fine di modellare ambienti tridimensionali per videogiochi, ad oggi essi stanno riscontrando efficaci potenzialità applicative nel settore della progettazione.

Tra i dispositivi di VR disponibili invece è stato utilizzato *Virtualizer* della Cyberith®, insieme al visore *HTC Vive*. Si è scelto questo strumento poiché permette una totale immersione dell'utente all'interno del mondo virtuale ed inoltre consente di simulare la camminata dell'occupante, per esempio, nel caso in esame durante l'esodo.

L'applicativo

Il risultato finale è un applicativo che mediante un "Main menu" consente all'utente di selezionare la scena che si vuole analizzare.

TORNA ALL'INDICE

Fig. 4. "*Main Menu*" dal quale l'utente è in grado di selezionare la scena.

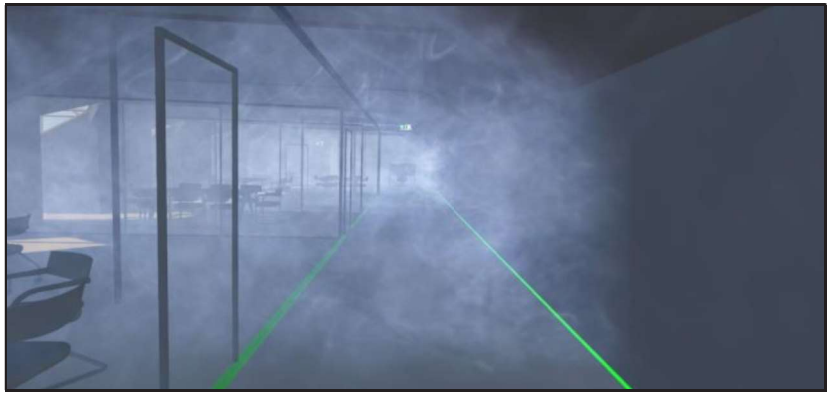

Fig. 5. Verifica efficacia della segnaletica fotoluminescente a parete.

Inoltre, per ciascuna scena è fornito un output video precedentemente esportato dai software di simulazione di esodo e di incendio, in modo da fornire all'utilizzatore tutte le informazioni riguardanti lo specifico scenario.

L'utente quindi, si troverà immerso negli ambienti del fabbricato con le condizioni al contorno (in termini di fumi, densità di affollamento e aspetti comportamentali degli altri individui virtuali) settate in fase di sviluppo del modello e specifiche per ciascuno degli scenari. In particolare è stato possibile importare all'interno dell'applicativo le simulazioni di esodo precedentemente realizzate tramite il software *MassMotion*. Ciò permette di immergere l'utente all'interno di un vero e proprio scenario di esodo, in cui vi sono altri occupanti in cerca di una via di fuga. L'applicazione quindi non è solo fine a se stessa e alla sola esplorazione del modello, bensì alla valutazione dell'efficienza del sistema di esodo assume un carattere significativo.

Durante lo sviluppo dell'applicativo si sono manifestate differenti criticità, principalmente legate al fatto che questi software, come detto, provengono da un mondo prettamente volto a scopi ludici. Uno dei maggiori problemi riscontrati riguarda il livello di interoperabilità tra l'ambiente *Unity3D* ed i software di modellazione di incendio ad oggi scarso se non del tutto assente.

Conclusioni

Il contributo espone i primi risultati ottenuti, oggetto di un progetto di ricerca del Politecnico di Torino. Tale attività nasce nell'ottica di un approccio non con metodologie standard ma bensì per mezzo delle nuove tecnologie in fase di sviluppo a supporto alla *Fire Safety Engineering*. L'indagine ha affrontato più ambiti correlati tra loro, quali la salvaguardia della vita, l'inclusione e quindi l'Universal Design, la modellazione di un

TORNA ALL'INDICE

esodo, ed infine proponendo l'utilizzo di strumenti innovativi di realtà virtuale applicati al mondo della prevenzione incendi e non solo. È emerso come gli strumenti impiegati debbano necessariamente entrare in gioco in ogni fase della progettazione, in quanto risultano efficaci ed al tempo stesso molto vincolanti nei confronti del progetto. Essi, infatti, restituiscono immediatamente al progettista un feedback sull'efficacia delle misure adottate.

Il progresso delle tecniche di modellazione di evacuazione appare evidente confrontando le loro capacità nel corso degli anni. Tuttavia, si stanno riscontrando alcuni limiti. Ad esempio, negli attuali modelli, la velocità di movimento è influenzata principalmente dall'interazione con altri occupanti e con l'ambiente circostante, ma molto raramente vengono considerate variabili altresì significative come la percezione del rischio, lo sforzo fisico o la presenza dei prodotti della combustione e del fumo. Ad oggi i dati disponibili sulle caratteristiche decisionali degli individui sono molto limitati. Attualmente i software gestiscono questi comportamenti in funzione del percorso più breve o più rapido. Tuttavia in futuro occorrerà implementare altre variabili, una fra tutte la possibilità di permettere all'edificio di fornire informazioni dinamiche agli occupanti. Un esempio è rappresentato dai sistemi di segnaletica luminescente ed i sistemi acustici. Altro elemento emerso durante la modellazione è legato al fatto che vi è la necessità di impartire un maggiore carattere inclusivo verso le disabilità. Infatti una corretta modellazione non può prescindere dal salvaguardare l'intera popolazione. In ultima analisi, per quanto concerne l'utilizzo della Realtà virtuale applicata al settore dell'ingegneria e nello specifico a quello della progettazione antincendio, è intuibile come grazie a queste tecnologie i progettisti possono cogliere eventuali criticità del modello che altrimenti non sarebbero emerse tramite i metodi tradizionali. La VR perciò fornisce a tutti gli effetti un valore aggiunto in fase di progetto, e rende il progettista più consapevole. Oltre alle funzioni implementate nell'applicazione sviluppata nel lavoro qui esposto vi possono essere innumerevoli approfondimenti e sviluppi futuri. Tra i più interessanti ad esempio vi è la possibilità di predisporre un set di strumenti volti a monitorare gli aspetti psicofisici dell'utente che sta immedesimandosi in uno degli occupanti che effettuano l'esodo. In questo modo sarebbe possibile indagare aspetti strettamente legati alle condizioni in stato di panico.

Bibliografia

1. The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, NFPA, 4th ed
2. ISO/TR 16738 – Fire-safety engineering - Technical information on methods for evaluating behaviour and movement of people
3. Gissi E (2015) - Calcolo dei parametri per il dimensionamento dei sistemi d'esodo secondo soluzione conforme al Codice di prevenzione incendi, in Codice di prevenzione incendi commentato, EPC Editore;
4. Cuesta, Abreu, Alvear (2016) Evacuation Modeling Trends, Springer
5. Zanut S, Ronchi E, Cosi F (2017) - "Fuori tutti, c'è un incendio a scuola"… ma è solo una simulazione virtuale;
6. Tinaburri A, Ponziani FA, Ricci V (2018) - Agent based modeling of meta-communication with assisted people during emergency egress;
7. Cosi F, Vancetti R, Cereda E (2019) - La Realtà Virtuale: un nuovo strumento a servizio della progettazione con la Fire Safety Engineering;
8. Thunderhead Engineering, Pathfinder - Technical Reference (2018);
9. Alonso V, Ronchi E (2016) - The simulation of assisted evacuation in hospitals.