



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

## FLORE

# Repository istituzionale dell'Università degli Studi di Firenze

### **Ottimizzazione della gestione della prevenzione incendi per gli edifici monumentali. Il caso-studio della sede della Fortezza da Basso dell'**

Questa è la Versione finale referata (Post print/Accepted manuscript) della seguente pubblicazione:

*Original Citation:*

Ottimizzazione della gestione della prevenzione incendi per gli edifici monumentali. Il caso-studio della sede della Fortezza da Basso dell'OPD / Pietro Capone; Tommaso Giusti; Luca Nassi. - In: OPD RESTAURO. - ISSN 1120-2513. - STAMPA. - 24:(2012), pp. 90-98.

*Availability:*

The webpage <https://hdl.handle.net/2158/811495> of the repository was last updated on 2017-03-15T19:08:40Z

*Terms of use:*

Open Access

La pubblicazione è resa disponibile sotto le norme e i termini della licenza di deposito, secondo quanto stabilito dalla Policy per l'accesso aperto dell'Università degli Studi di Firenze (<https://www.sba.unifi.it/upload/policy-oa-2016-1.pdf>)

*Publisher copyright claim:*

La data sopra indicata si riferisce all'ultimo aggiornamento della scheda del Repository FloRe - The above-mentioned date refers to the last update of the record in the Institutional Repository FloRe

(Article begins on next page)



R E S T A U R O

24 2012

Rivista dell'Opificio delle Pietre Dure  
e Laboratori di Restauro di Firenze

**Centro Di**

**Soprintendente**

Marco Ciatti

**Direzione**

Marco Ciatti, Giancarlo Lanterna,  
Patrizia Riitano

**Comitato di redazione**

Alfredo Aldrovandi, Fabio Bertelli,  
Roberto Boddi, Giancarlo Buzzanca,  
Marco Ciatti, Cecilia Frosinini,  
Carlo Lalli, Annamaria Giusti,  
Francesca Graziati, Clarice Innocenti,  
Giancarlo Lanterna, Maria Donata  
Mazzoni, Anna Mieli, Letizia Montalbano,  
Simone Porcinai, Patrizia Riitano,  
Laura Speranza, Isetta Tosini,  
Maria Alberta Zuffanelli

**Redazione**

Fabio Bertelli, Susanna Pozzi

**Archivio restauri**

Rebecca Giulietti, Giuliana Innocenti,  
Perla Roselli

**Gabinetto fotografico**

Marco Brancatelli, Giuseppe Zicarelli

**Ufficio Promozione Culturale**

Daria Del Duca, Giuliana Innocenti,  
Susanna Pozzi, Angela Verdiani

**Direzione e Redazione**

Opificio delle Pietre Dure

Via Alfani 78, 50121 Firenze

Tel. 0552651347 Fax 055287123

[www.opificiodellepietredure.it](http://www.opificiodellepietredure.it)

[opd.promozione culturale@beniculturali.it](mailto:opd.promozione culturale@beniculturali.it)

**Hanno collaborato a questo numero**

**Opificio delle Pietre Dure**

Alfredo Aldrovandi, Gianna Bacci,  
Fabrizio Bandini, Roberto Bellucci,  
Roberto Boddi, Andrea Cagnini,  
Chiara Cappuccini, Isidoro Castello,  
Francesca Ciani Passeri, Marco Ciatti,  
Gabriele Coccolini, Susanna Conti,  
Alberto Felici, Cecilia Frosinini,  
Monica Galeotti, Annamaria Giusti,  
Luisa Gusmeroli, Clarice Innocenti,  
Giuliana Innocenti, Francesca Kumar,  
Carlo Lalli, Maria Rosa Lanfranchi,  
Giancarlo Lanterna, Paola Ilaria  
Mariotti, Maria Donata Mazzoni, Letizia  
Montalbano, Simone Porcinai, Patrizia  
Riitano, Maria Rizzi, Perla Roselli,  
Chiara Rossi Scarzanella, Andrea  
Santacesaria, Oriana Sartiani, Isetta  
Tosini, Caterina Toso, Luigi Vigna

**Collaboratori esterni**

**Comune di Firenze**

Museo di Palazzo Vecchio

Serena Pini, Curatore

**Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco**

Luca Nassi

ICVBC – CNR, Firenze

Barbara Salvadori

IFAC – CNR, Firenze

Bruno Radicati

Museo Archeologico "U. Formentini",

Castello di San Giorgio, La Spezia

Donatella Alessi, Conservatore

Soprintendenza per il Patrimonio Storico,

Artistico ed Etnoantropologico e per il

Polo Museale della città di Firenze

Galleria degli Uffizi

Antonio Natali

Università degli Studi di Firenze

Dipartimento di Ingegneria Civile

e Ambientale

Pietro Capone, Tommaso Giusti

Rebecca Giulietti, archivista

Darya Andrash, Claudio Celi,

Marco Erbeti, Federica Innocenti,

Arcangelo Moles, diagnostici in Beni

culturali

**Restauratori privati**

Rita Banci, Ilaria Barbetti, Paolo

Belluzzo, Francesca Boniforti Piccolino,

Ottaviano Caruso, Ciro Castelli, Marta

Cimò, Lidia Cinelli, Svèta Gennai, Irene

Giovacchini, Sara Guarducci, Federica

Favaloro, Martina Fontana, Chiara

Fornari, Serena Martucci di Scarfizzi,

Antonio Mignemi, Cristina Nencioni,  
Luigi Orata, Martina Panuccio, Alice  
Papi, Elisa Pucci, Giancarlo Raddi Delle  
Ruote, Filippo Tattini, Elisa Todisco,  
Chiara Valcepina, Andrea Vigna

Carlotta Brovadan, Marco Betti, Mario  
Marcenaro, storici dell'arte

**Direttore responsabile**

Ginevra Marchi

Copyright 1989 Centro Di

della Edifimi srl, Firenze

Opificio delle Pietre Dure, Firenze

**Stampa**

Alpi Lito, Firenze marzo 2013

**Pubblicazione annuale**

ISSN 1120-2513

**Prezzo di copertina**

€ 110,00

**Abbonamenti**

€ 80,00 (Italia) € 100,00 (estero)

**Distribuzione e abbonamenti**

Centro Di

Lungarno Serristori 35, 50125 Firenze

tel. 055 2342666 / fax 055 2342667

[edizioni@centrodi.it](mailto:edizioni@centrodi.it)

[www.centrodi.it](http://www.centrodi.it)

Editoriale	7	L'Opificio tra presente e futuro <i>Marco Ciatti</i>
Contributi	13	La Banderuola di Palazzo Vecchio: vicende conservative, restauro, storia <i>Andrea Cagnini, Svèta Gennai, Maria Donata Mazzoni, Antonio Mignemi, Serena Pini, Simone Porcinai, Elisa Pucci, Chiara Valcepina</i>
	33	Gli antichi codici di San Giacomo della Marca del Museo Civico di Monteprandone. Un intervento di conservazione programmata e di didattica decennale (2002-2012) <i>Roberto Boddi, Gabriele Coccolini, Letizia Montalbano, Isetta Tosini</i>
	45	Un nuovo avvicinamento sistematico al restauro dell' <i>Adorazione dei Magi</i> di Leonardo da Vinci <i>Roberto Bellucci, Ciro Castelli, Marco Ciatti, Cecilia Frosinini, Antonio Natali, Patrizia Riitano, Andrea Santacesaria</i>
Note di restauro	57	Applicazioni della spettroscopia infrarossa portatile nella diagnostica e monitoraggio dei Beni Culturali: vantaggi e limiti <i>Alfredo Aldrovandi, Andrea Cagnini, Claudio Celi, Marco Erbeti, Monica Galeotti, Carlo Lalli, Giancarlo Lanterna, Simone Porcinai, Maria Rizzi, Barbara Salvadori, Isetta Tosini</i>
	71	La Cappella Maggiore della Basilica di Santa Croce a Firenze: la fine di un restauro, l'inizio di una cura <i>Darya Andrash, Andrea Cagnini, Monica Galeotti, Carlo Lalli, Federica Innocenti, Maria Rosa Lanfranchi, Giancarlo Lanterna, Arcangelo Moles, Maria Rizzi, Isetta Tosini</i>
	90	Ottimizzazione della gestione della prevenzione incendi per gli edifici monumentali. Il caso-studio della sede della Fortezza da Basso dell'OPD <i>Pietro Capone, Tommaso Giusti, Luca Nassi</i>
	99	Un cratere a figure nere nella raccolta "Mauro Manfredi" al Museo del Castello della Spezia: aspetti morfologici, problematiche d'intervento ed una prima proposta di protocolli d'indagine <i>Donatella Alessi, Andrea Cagnini, Monica Galeotti, Simone Porcinai, Luigi Vigna</i>
	110	Materiali di deposito negli arazzi: i meccanismi di sedimentazione e l'interazione con l'intreccio <i>Gianna Bacci, Rita Banci, Isetta Tosini</i>
	117	Gli aggregati impiegati negli intonaci dipinti <i>Alfredo Aldrovandi, Ottaviano Caruso, Paola Ilaria Mariotti, Maria Rizzi</i>
	124	Strati preparatori originali e problematiche di stuccatura durante il restauro della <i>Croce di San Marco</i> <i>Marco Ciatti, Luisa Gusmeroli, Elisa Todisco</i>
	139	Il recupero della tavola dipinta distrutta dal terremoto dell'Aquila. L'intervento sul supporto ligneo della <i>Deposizione</i> di Anonimo abruzzese proveniente dal Museo Nazionale dell'Aquila <i>Francesca Ciani Passeri, Luigi Orata, Chiara Rossi Scarzanella, Andrea Santacesaria</i>
	149	Progetto di approfondimento del metodo integrativo riguardo al restauro delle lacune negli arazzi: valutazioni sulla densità (seconda parte) <i>Marta Cimò, Federica Favalaro, Martina Panuccio, Alice Papi</i>

- 159 Due preziose reliquie di San Giovanni Battista.  
Un restauro innovativo e alcuni suggerimenti espositivi  
*Marco Ciatti, Susanna Conti, Cristina Nencioni*
- 175 Sintesi di esperienze di restauro nell'intervento sulla Croce settecentesca  
in argento del Museo Diocesano di Bovino  
*Paolo Belluzzo, Martina Fontana, Clarice Innocenti*
- 185 Il calco della *Mendicante* di Quinto Martini: verifica degli elastomeri siliconici  
e messa a punto del metodo di pulitura e consolidamento  
*Filippo Tattini, Isetta Tosini*
- 193 Il Bronzino inedito del Musée des Beaux-Arts di Nizza.  
Creatività, rigore e conservazione  
*Marco Ciatti, Oriana Sartiani, Caterina Toso*
- 203 L'intervento dell'Opificio delle Pietre Dure al Battistero di Albenga  
nell'arco di un secolo  
*Sara Guarducci, Mario Marcenaro, Giancarlo Raddi delle Ruote*
- Schede di restauro
- 215 Il restauro delle pitture murali trecentesche dell'ex convento di San Jacopo  
a Ripoli di Firenze oggi Caserma Simoni  
*Darya Andrash, Fabrizio Bandini, Ilaria Barbetti, Lidia Cinelli, Alberto Felici,  
Federica Innocenti, Carlo Lalli, Serena Martucci di Scarfizzi*
- 229 Osservazioni durante il restauro di sei rilievi arnolfiani dall'antica facciata  
del duomo fiorentino: la *Madonna della Natività*, il frammento dell'*Annuncio  
ai Pastori*, due *Angeli* su frammento di arcata, due *Angeli reggicortina*  
*Isidoro Castello, Francesca Piccolino Boniforti*
- 241 Ricerca di nuovi materiali da integrazione per la terracotta. Il restauro della  
*Madonna con Bambino* di Nanni di Bartolo detto il Rosso (noto 1419-1451)  
*Chiara Fornari, Monica Galeotti, Francesca Kumar*
- 249 *L'Assalto finale a Gerusalemme* del Museo Nazionale del Bargello.  
Il restauro di un grande frammento di arazzo medievale  
*Marta Cimò*
- 257 Il Tabernacolo della Badia di San Salvatore a Vaiano  
*Irene Giovacchini*
- Archivio storico
- 263 Per il Gran Principe Ferdinando: tre opere del museo dell'Opificio delle Pietre  
Dure e alcuni cenni sul suo gusto per le "arti minori"  
*Marco Betti, Carlotta Brovadan*
- 273 L'archivio di Vincenzo Canuti, restauratore di manufatti lignei  
*Chiara Cappuccini*
- 279 Un piano in pietre dure documentato e ora ritrovato  
*Annamaria Giusti*
- Attività dell'Opificio  
2011-2012
- 284 Restauri eseguiti dal II semestre 2011 al I semestre 2012  
a cura di *Rebecca Giulietti, Giuliana Innocenti, Perla Roselli*
- Notiziario
- 299 Lo stato di avanzamento dei lavori nel restauro dei dipinti murali  
del lato orientale del Chiostro Verde di Santa Maria Novella a Firenze  
*Fabrizio Bandini, Alberto Felici, Cecilia Frosinini, Andrea Vigna*
- 301 La conclusione del restauro della Porta del Paradiso  
*Annamaria Giusti*
- 302 L'Europa incontra l'Opificio con ARCHLAB  
*Monica Galeotti*

# Ottimizzazione della gestione della prevenzione incendi per gli edifici monumentali. Il caso-studio della sede della Fortezza da Basso dell'OPD

Pietro Capone, Tommaso Giusti, Luca Nassi

## 1. Introduzione

La possibilità che si sviluppino degli incendi è onnipresente e i danni conseguenti possono essere catastrofici: da qui la necessità di gestire costantemente e a tutti i livelli il rischio incendio all'interno degli edifici esistenti. Ciò deve avvenire in particolare negli edifici storici, i quali costituiscono un ambiente complesso definito dal tessuto architettonico e dalla struttura dell'edificio, nonché dai suoi occupanti e contenuti. In molti paesi gli obiettivi di sicurezza antincendio sono stati espressi nei modi più diversi e dalle autorità più disparate, ma, ovunque, per gli edifici moderni, i due aspetti principali della disciplina antincendio sono riconosciuti essere: la protezione della vita e della proprietà. Per gli edifici storici a ciò va aggiunta la tutela dei beni culturali, con riferimento sia agli edifici stessi sia ai loro contenuti.

## 2. Ottimizzare la prevenzione incendi per gli edifici storici ed i loro contenuti di valore

Nei primi anni del XXI secolo, due importanti progetti di ricerca europei hanno iniziato a trattare l'argomento 'Edifici storici e fuoco'; questi due progetti internazionali, FiRE TECH (Vandeveldt e Streuve 2005) e COST ACTION C17 (Obe 2007), rappresentano i lavori scientifici più recenti e degni di nota sull'argomento. L'obiettivo principale della ricerca qui presentata è quello di fornire una procedura di gestione del rischio, al fine di migliorare la protezione antincendio dei contenuti di valore all'interno di quegli edifici considerati essi stessi patrimonio storico e culturale.

La procedura è stata realizzata rispettando le raccomandazioni del COST C17 in merito alla gestione dei contenuti e alla prevenzione delle perdite dovute ad incendio. In Italia ogni edificio patrimonio storico, aperto al pubblico e contenente opere d'arte,

dovrebbe essere 'sicuro' per quanto riguarda la protezione antincendio, rispetto ai dettami delle norme nazionali. L'obiettivo principale delle norme italiane di prevenzione incendi è, però, la sola sicurezza degli occupanti. In questo articolo viene illustrata una procedura specifica che è in grado di migliorare il livello standard di sicurezza antincendio negli edifici storici, rivolgendo l'attenzione soprattutto alla protezione dei contenuti preziosi. È fatta comunque l'ipotesi che l'edificio oggetto di studio raggiunga il livello minimo di protezione antincendio per gli occupanti secondo le norme italiane.

La questione scaturisce dalla considerazione che i gestori degli edifici storici<sup>1</sup> siano comunque responsabili rispetto alla salvaguardia dei beni contenuti nell'edificio, nonostante in Italia (così come in molti altri paesi) non esista però alcuna legge che abbia come obiettivo specifico la protezione dal fuoco dei beni, né in termini prescrittivi né prestazionali. L'unico strumento a disposizione per gestire la protezione dal fuoco dei contenuti di valore è l'insieme di raccomandazioni COST C17. Poiché il destinatario delle raccomandazioni COST C17 è il gestore degli edifici storici, egli è anche il destinatario della procedura di gestione del rischio qui illustrata.

## 3. Struttura e funzionamento della procedura

La procedura che viene qui di seguito presentata brevemente, fa riferimento ad uno studio ben più vasto sviluppato dagli autori, che è stato tra l'altro oggetto di una specifica tesi di Dottorato di Ricerca (Giusti 2012). Il nucleo della procedura è strutturato in due parti principali:

1. Valutazione dei Rischi
2. Trattamento dei Rischi

Preliminarmente vi è una fase dedicata all'analisi dell'edificio ed alla raccolta dati: tale fase è utile per

fornire agli utenti tutte le informazioni necessarie per eseguire la procedura correttamente. Questo primo screening può essere fatto utilizzando check-list. Tutti i dati raccolti sono input per la fase di valutazione dei rischi che produce, come output, indici di rischio relativi ai parametri di controllo. La fase di trattamento del rischio deve essere eseguita successivamente in modo da mitigare i risultati provenienti dalla prima fase. Se risulta necessario intervenire con misure di mitigazione, la fase di valutazione del rischio deve essere condotta nuovamente per misurare l'efficacia delle azioni intraprese. I legami sussistenti tra le due fasi sono rappresentati in figura 1.

### 3.1 Analisi dell'edificio e raccolta dati

Le informazioni utili per la procedura sono suddivise in due gruppi: i *dati esterni*<sup>2</sup> e i *dati interni*.<sup>3</sup> L'insieme dei dati esterni è unico per ogni edificio, mentre gli insiemi dei dati interni sono solitamente in numero maggiore di uno, a seconda della complessità dell'edificio.

### 3.2 Metodo di valutazione dei rischi

Per la valutazione dei rischi viene utilizzato un metodo di analisi e di valutazione di tipo semi-quantitativo basato sulla tecnica dello AHP: Analytical Hierarchy Process (Saaty 1968, 2008). Attraverso questo metodo è possibile individuare, per mezzo di indici sintetici di rischio, quali sono i punti deboli in materia di protezione dei beni preziosi dovuti sia alle caratteristiche architettoniche dell'edificio che alle strategie di gestione dei contenuti. AHP è una procedura analitica che funziona scomponendo il problema nelle sue parti costituenti più piccole e sulla base di semplici calcoli sviluppa classifiche di importanza. L'edificio deve quindi essere scomposto in una serie di parametri significativi che vengono gerarchicamente ordinati: la struttura qui proposta è costituita da 5 diversi livelli:

*Livello 1 - Strategia:* è l'obiettivo della procedura e rappresenta lo scopo finale che vogliamo raggiungere, in questo caso è: *valutazione del rischio incendio per i contenuti di valore negli edifici patrimonio storico.*

*Livello 2 - Obiettivi:* sono i parametri principali coinvolti nel calcolo AHP. Nella procedura proposta sono stati individuati tre obiettivi:

*OB1: evacuazione*

*OB2: efficacia dei Vigili del fuoco*

*OB3: propagazione del fuoco e del fumo*

Nei livelli 3 e 4, ogni livello è composto da elementi appartenenti a due gruppi diversi: le caratteristiche esterne e le caratteristiche interne.

*Livello 3 - Caratteristiche:* le caratteristiche interne sono definite per ciascun settore in cui è suddiviso l'edificio, le caratteristiche esterne sono definite una sola volta per l'intero edificio:

Caratteristiche interne

*IC1: impianti tecnici*

*IC2: vie d'esodo*

*IC3: struttura*

Caratteristiche esterne

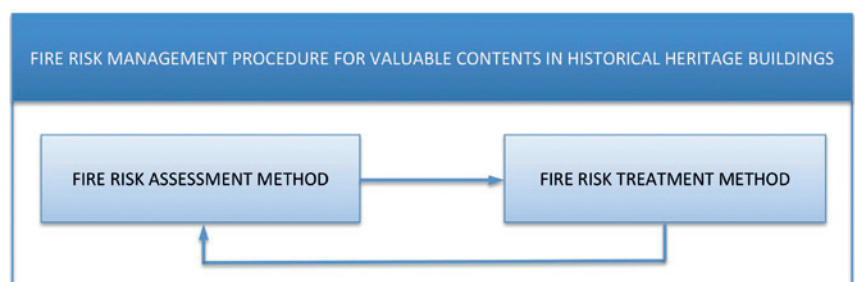
*EC1: altezza*

*EC2: collegamenti verticali*

*EC3: contesto*

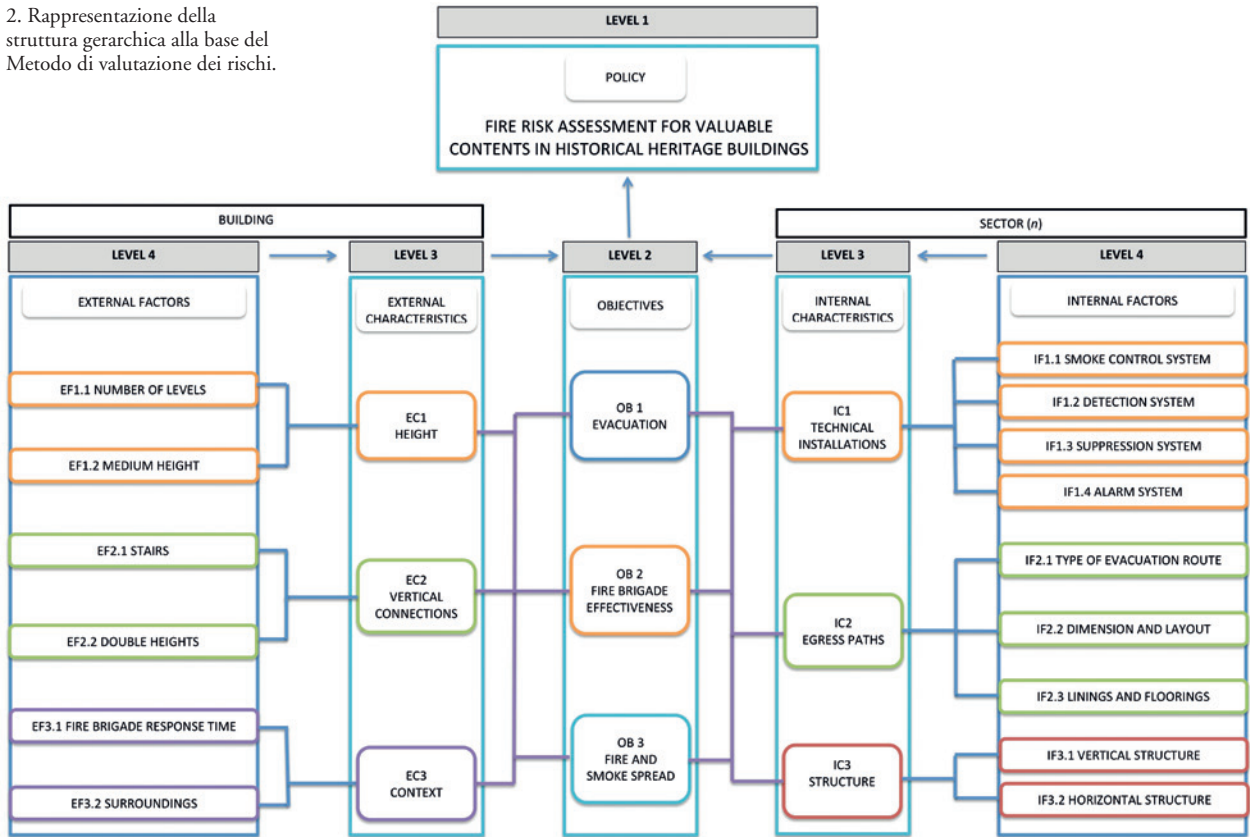
*Livello 4 - Fattori:* i fattori esterni sono sei mentre quelli interni sono nove e sono definiti per ogni settore in cui è suddiviso l'edificio. Abbiamo un totale di 15 fattori.

*Livello 5 - Sotto-fattori:* i sotto-fattori sono l'unità elementare della struttura gerarchica. I sotto-fattori si riferiscono a ciascuno dei fattori e si dividono in sottoinsiemi che comprendono un numero variabile di sotto-fattori. Il numero totale di sotto-fattori è 37,16 per gli esterni e 21 per gli interni. La struttura



1. Rappresentazione intuitiva dell'architettura della procedura.

2. Rappresentazione della struttura gerarchica alla base del Metodo di valutazione dei rischi.



gerarchica utilizzata nella procedura è rappresentata in figura 2.

Nel Metodo di valutazione dei rischi è necessario assegnare degli indici al livello inferiore della struttura e successivamente una serie di calcoli matriciali restituisce come output tre indici di rischio, uno per ciascun obiettivo (per gli indici di rischio è stata scelta una scala qualitativa da 0 a 9 riportata in tabella 1).

Indice di Rischio	Definizione
0	Nessun pericolo
1	Rischio molto lieve
2	Rischio lieve
3	Rischio molto moderato
4	Rischio moderato
5	Rischio medio
6	Rischio medio-alto
7	Rischio alto
8	Rischio molto alto
9	Rischio inaccettabile

Tabella 1. Indici di rischio usati nella procedura.

Gli indici di rischio sono stati assegnati a ciascuno dei sub-fattori sulla base della letteratura e con la collaborazione dei Vigili del fuoco di Siena e Firenze. A seconda della situazione rilevata nell'edificio, un indice di rischio specifico deve essere assegnato consultando apposite tabelle che riassumono tutti i possibili stati per ciascun parametro. I pesi agli elementi della struttura sono stati assegnati con una tecnica di raccolta dati basata su interviste selettive ad esperti in materia (tecnica chiamata 'metodo Delphi').<sup>4</sup>

### 3.3 Metodo di trattamento dei rischi

La fase di trattamento del rischio non inizia se i risultati della prima fase della procedura sono in accordo con i criteri di accettazione: è quindi prioritario definire quali sono i criteri di accettazione da adottare. In via di principio è opportuno scegliere criteri che siano idonei rispetto alle specifiche necessità dei gestori degli edifici storici.

Nella procedura proposta i criteri di accettazione sono *dependenti dallo specifico edificio e dai contenuti*. È il

gestore che deve indicare qual è il livello di rischio che può accettare, basando tale decisione sull'importanza e sul valore sia dell'edificio che dei contenuti. Rimane fondamentale la definizione di 'importanza' e 'valore' delle opere d'arte e degli edifici storici che sono, come indicato nel COST C17, un problema complesso che esula dagli obiettivi di questo testo. I criteri di accettazione si basano comunque su due soglie limite:

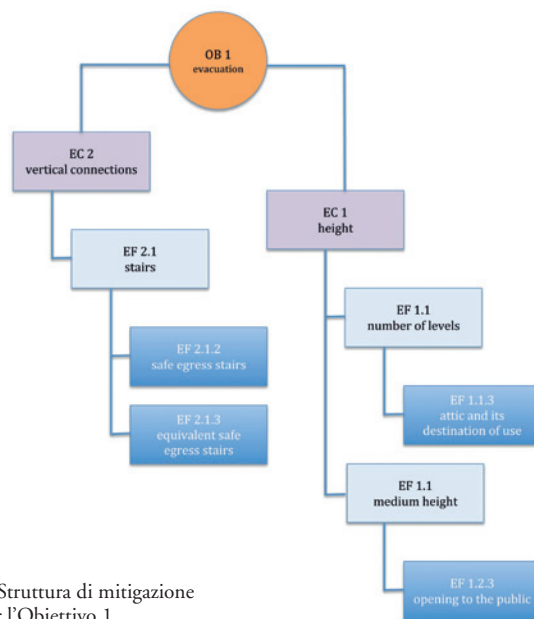
- il limite inferiore è definito come il valore in cui l'edificio ed il suo contenuto sono in una situazione positiva;
- il limite superiore è definito come un valore oltre il quale è obbligatorio adottare misure di mitigazione per la riduzione del rischio.

Si crea così un 'campo d'azione', compreso tra il limite inferiore e superiore, identificato come l'area all'interno della quale ci si attende di trovare la maggior parte degli edifici. Facendo riferimento alla Tabella 1, l'indice '5: condizione di rischio' è il punto medio della scala. Intorno a questo punto centrale è stato creato il 'campo d'azione' di cui sopra. In questa ricerca (e nel caso-studio) sono stati scelti i seguenti limiti:

- limite inferiore = 4;
  - limite superiore = 5,5;
- e di conseguenza:
- accettabile:  $0 \leq$  indice di rischio  $\leq 5, 5$ ;
  - area non accettabile: indice di rischio  $> 5,5$ ;
  - area di azione:  $4 \leq$  indice di rischio  $\leq 5, 5$ .

#### 4. Misure di mitigazione

L'obiettivo principale del Metodo di trattamento dei rischi è fornire indicazioni su come ridurre i possibili danni da incendio per i contenuti di valore. A questo fine è stato associato a ciascun obiettivo il relativo insieme di Caratteristiche, Fattori e Sotto-fattori che hanno maggiore influenza sull'Obiettivo stesso. Le misure di mitigazione sono quindi state associate a ciascun sotto-fattore: una volta scelto l'obiettivo da mitigare, è possibile scendere lungo la struttura gerarchica tramite legami di influenza relativa, dalle caratteristiche fino ai sotto-fattori, fino ad arrivare alle misure di mitigazione ad essi associate. In questo modo sono stati creati veri e propri percorsi da seguire per mitigare l'indice di rischio di ogni obiettivo, conducendo l'utente dalla cima della struttura fino al livello inferiore. In figura 3 è riportato un esempio



3. Struttura di mitigazione per l'Obiettivo 1.

di sotto-struttura gerarchica per la mitigazione.

Le misure di mitigazione sono strettamente legate, come detto, ai Sotto-fattori rappresentati nelle strutture di mitigazione. Per dare indicazioni più efficaci possibili all'utente, ogni misura di mitigazione appartiene ad una delle due seguenti categorie, definite sulla base del 'costo' della misura stessa:

*Strategie di gestione.* Tali misure di mitigazione sono considerate a 'costo zero' o almeno a un costo inferiore rispetto alle misure dell'altra categoria. Le Strategie di gestione sono quelle misure che un manager può adottare senza la necessità di un intervento sul tessuto edilizio. Queste misure sono generalmente da preferire perché è più probabile essere in grado di agire sulla gestione, anziché sulla configurazione architettonica dell'edificio.

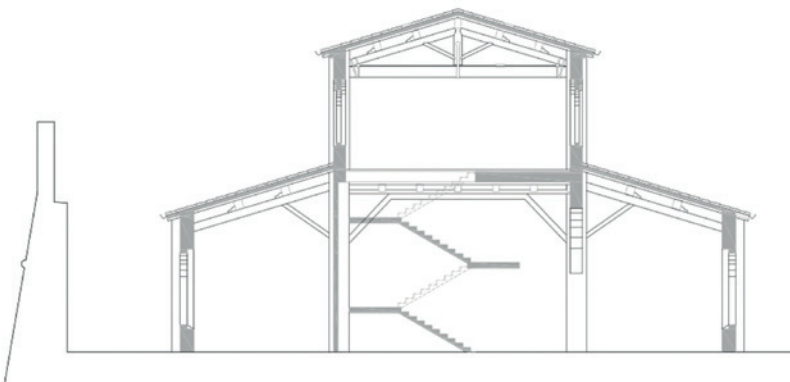
*Strategie di intervento sull'edificio.* Tali misure di mitigazione hanno un costo più elevato rispetto alle misure della precedente categoria. In questa categoria sono compresi tutti quegli interventi che necessariamente modificano l'edificio: installazione di dispositivi tecnici, interventi sulla struttura dell'edificio, sulle facciate, sui collegamenti verticali e così via. Tali misure spesso non possono essere evitate per avere buone prestazioni in termini di protezione dei contenuti preziosi; sono però molto difficili da attuare pienamente a causa delle problematiche di compatibilità e di intervento sugli edifici storici.

## 5. Applicazione alla sede OPD della Fortezza da Basso

La procedura è stata applicata alla sede dell'Opificio delle Pietre Dure nella Fortezza da Basso a Firenze. Questo edificio è stato scelto per testare la procedura in uno dei laboratori di restauro più importanti d'Europa, un caso ideale di edificio storico contenente opere d'arte e per di più un edificio con caratteristiche di protezione antincendio note. A causa dell'estremo valore delle opere ivi contenute e delle attività di restauro condotte (per mezzo di attrezzature ed impianti di tipo quasi industriale), nell'edificio sono presenti impianti tecnici di prevenzione di protezione incendi non solo per la protezione degli occupanti ma anche delle opere. Inoltre il personale dell'OPD è ben addestrato ai fini antincendio per quanto concerne le tecniche di protezione ed evacuazione dei contenuti. Il laboratorio OPD alla Fortezza ha, nonostante

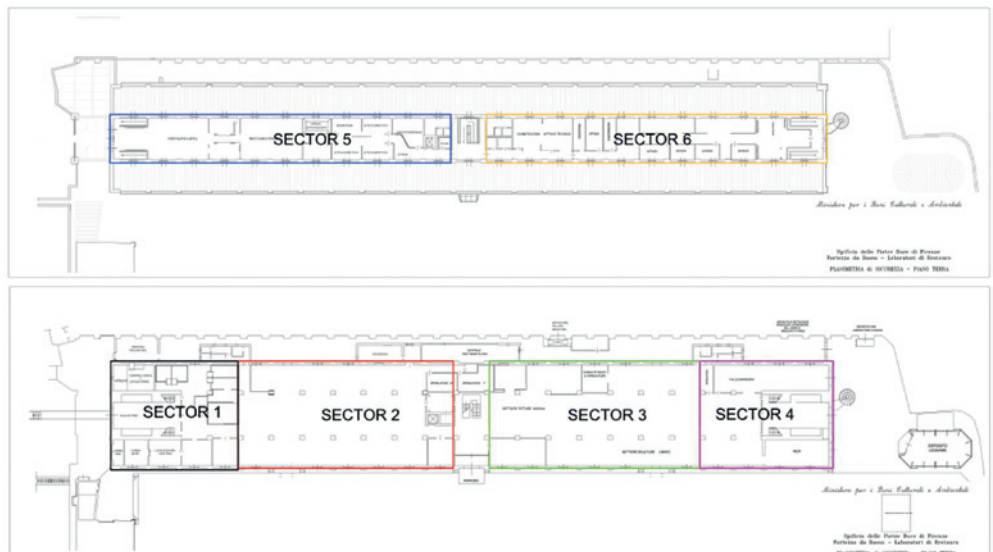
la complessità dell'attività svolta al suo interno, una configurazione architettonica molto semplice. L'edificio ha pianta di forma rettangolare e si sviluppa per due piani fuori terra, la struttura verticale principale è costituita da muratura portante mentre i solai ed il tetto sono in legno. Ci sono tre vani scala principali, uno dei quali protetto.

La procedura è stata applicata per la stima delle Caratteristiche Esterne e quelle Interne; per calcolare quest'ultime l'edificio è stato suddiviso in sei settori: Settore 1: piano terra - contiene il deposito opere ed il laboratorio fotografico; Settore 2: piano terra - contiene il reparto di restauro Dipinti Mobili; Settore 3: piano terra - contiene i reparti di restauro Scultura Lignea, Pitture Murali e Rintelatura; Settore 4: piano terra - contiene il reparto di restauro Supporti Lignei;



4. Sezione architettonica della sede dell'OPD alla Fortezza.

5. Planimetrie della sede dell'OPD alla Fortezza con individuazione dei settori.



Settore 5: primo piano - contiene i reparti restauro Materiali Tessili, Materiali Cartacei e gli Uffici;

Settore 6: primo piano - contiene gli Uffici e il Laboratorio Scientifico.

I settori corrispondono ai compartimenti antincendio in cui è suddiviso il fabbricato; le scale al centro dell'edificio sono protette ai fini antincendio, mentre le altre due scale agli estremi sono scale in pietra coeve del primo impianto architettonico dell'edificio, che hanno però caratteristiche tali da non poter essere considerate ai fini dell'evacuazione in caso di emergenza.

Di seguito sono riportate le tabelle ed i grafici relativi ai risultati della procedura sia per le Caratteristiche esterne che per quelle interne.

Nei grafici abbiamo sugli assi:

- *RI* = Indice di Rischio, rappresenta l'indice di rischio proveniente dalla valutazione della situazione attuale dell'edificio;

- *LMM* = BI/RI, rappresenta il livello di applicazione delle misure di mitigazione. Tale parametro dice 'quanto' è stato fatto nella prevenzione degli incendi rispetto a ciò che è possibile fare in futuro. Tanto maggiore è tale parametro, meno è possibile fare quanto ad attenuazione dei rischi;

- *BI* = Best Indice di Rischio, rappresenta l'indice di rischio che si può raggiungere in quell'edificio con la piena attuazione delle misure di mitigazione adatte per quella specifica situazione.

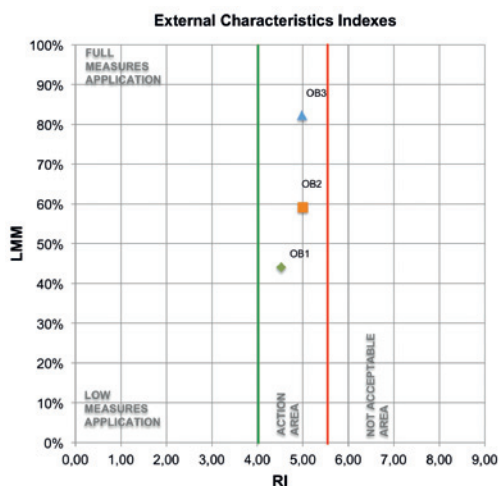
### Caratteristiche esterne

Di seguito la tabella di output della procedura nella quale sono riportati gli indici di rischio delle Caratteristiche esterne per i tre obiettivi. In accordo con la procedura sono state valutate l'altezza dell'edificio ed il numero di piani, il sistema dei collegamenti verticali interni al fabbricato ed il contesto in cui l'edificio si colloca.

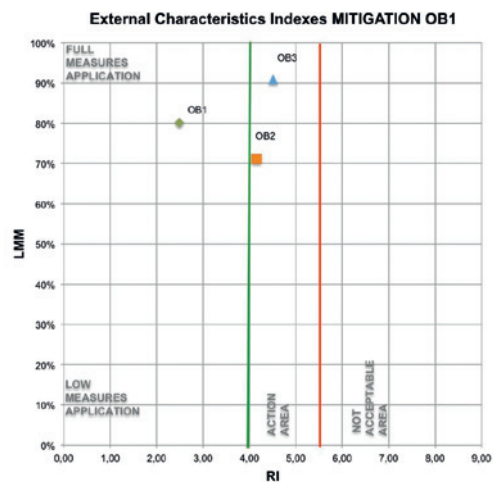
Caratteristica	Fattore	Descrizione		OB1	OB2	OB3
EC1	EF 1.1 n° di livelli	2 livelli, sottotetto non presente, piani interrati non presenti	3,00	3,80	3,60	4,60
	EF 1.2 altezza media	altezza media minore di 10m	5,00			
EC2	EF 2.1 scale		4,20	4,32	4,48	4,84
	EF 2.2 doppi volumi	un doppio volume	5,00			
EC3	EF 3.1 risposta dei vigili del fuoco	10-15 min	6,00	6,04	6,04	6,05
	EF 3.2 contesto	3 dei 4 lati agevolmente accessibili, 1 lato non accessibile	6,13			

Tabella 2: Indici di rischio per le Caratteristiche esterne nella situazione attuale.

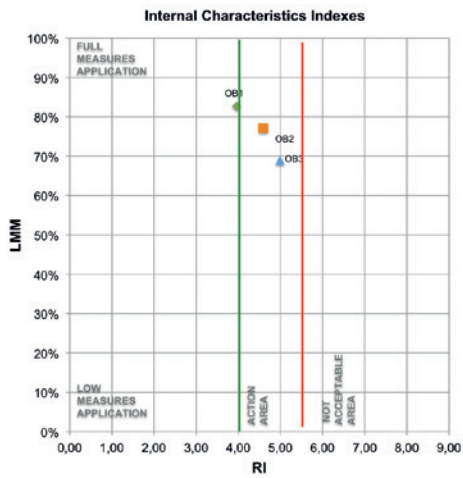
	OB1	OB2	OB3
RI	4,52	5,00	4,98



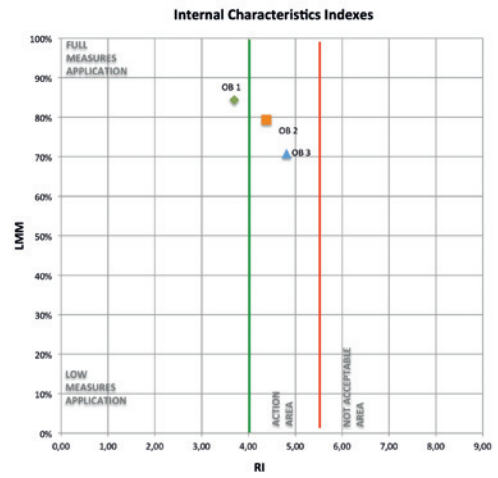
6. Rappresentazione degli indici di rischio per le Caratteristiche esterne nella situazione attuale.



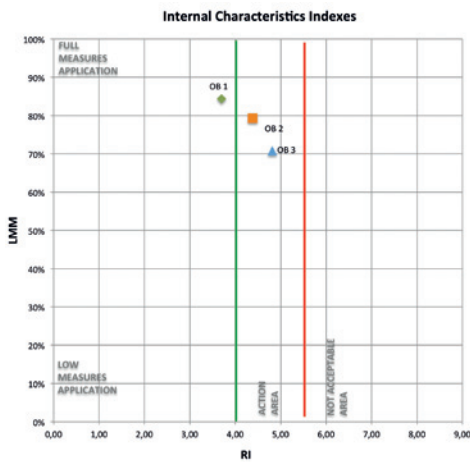
7. Rappresentazione degli indici di rischio per le Caratteristiche esterne nell'ipotesi di intervento sul fattore EF2.1-scale.



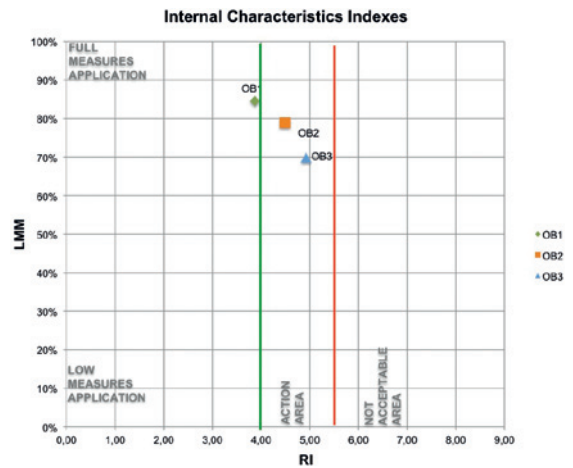
8. Settore 1 - al piano terra, con il Deposito opere ed il Laboratorio Fotografico.



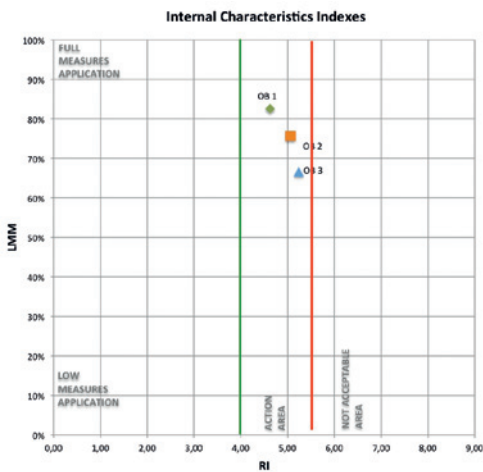
9. Settore 2 - al piano terra, con il reparto di restauro Dipinti Mobili.



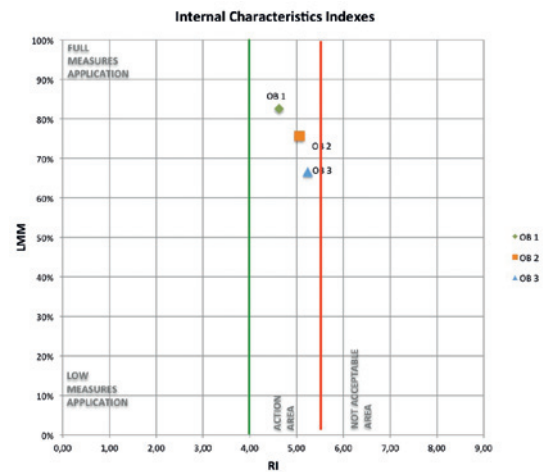
10. Settore 3 - al piano terra, con i reparti di restauro Scultura Lignea, Pitture Murali e Rintelatura. Questo settore corrisponde ad un compartimento antincendio.



11. Settore 4 - al piano terra, con il reparto di restauro Supporti Lignei. Questo settore corrisponde ad un compartimento antincendio.



12. Settore 5 - al primo piano, con i reparti di restauro Materiali Tessili, Materiali Cartacei e gli Uffici.



13. Settore 6 - primo piano, con gli Uffici e il Laboratorio Scientifico.

La figura 6 mostra la rappresentazione relativa di indici di rischio per le Caratteristiche esterne. I tre indicatori di rischio per gli Obiettivi sono nella 'zona accettabile'.

Dal momento che i tre punti sono nella 'zona d'azione', non è obbligatorio fare alcun intervento; per essere virtuoso il gestore può però cercare di migliorare l'indice di rischio per *OBI - evacuazione*, dal momento che tale obiettivo ha il più basso *LMM* (Livello di applicazione delle Misure di Mitigazione). Facendo riferimento al percorso di mitigazione *OBI* rispetto alle Caratteristiche esterne, rappresentato in figura 3, le misure correttive che devono essere prese riguardano principalmente il Fattore *EF2.1 - scale*. Per incrementare *LMM* è stato scelto quindi di ipotizzare la costruzione di una scala di emergenza posta sul lato corto verso il bastione d'angolo (attualmente è presente una passerella che conduce direttamente al bastione).

Dai dati si può notare come l'azione diretta sul fattore *EF2.1 - scale* crei una forte riduzione del *RI* per l'*Obiettivo 1* e un aumento significativo dell'*LMM* corrispondente. Allo stesso tempo ci sono anche buoni effetti secondari sugli altri due Obiettivi, sia in termini di *RI* che *LMM*.

#### *Caratteristiche interne*

Nei grafici 8-13 sono riportati i risultati relativi alle Caratteristiche Interne dei sei settori. In accordo con la procedura, per ogni settore sono stati valutati gli impianti tecnici antincendio presenti, il sistema delle vie di fuga, la tipologia di struttura e la preparazione delle squadre di gestione delle emergenze.

Per le Caratteristiche interne tutti gli indici di rischio risultano accettabili, si riscontrano infatti micro-variazioni numeriche sugli *RI* di tutti gli Obiettivi in ognuno dei settori: le caratteristiche architettoniche, impiantistiche e gestionali sono uniformi in tutti i settori in virtù della buona gestione e della semplicità architettonica dell'edificio.

## 6. Conclusioni

In sostanza, la sede dell'Opificio delle Pietre Dure alla Fortezza da Basso ha una configurazione ed una distribuzione architettonica molto semplici e, poiché sono qui contenute alcune delle più importanti opere della storia dell'arte, è attuata un'attenta gestione dei contenuti in termini di protezione degli stessi. Dai dati sopra riportati è possibile infatti notare che tutti gli indicatori di rischio (sia per le Caratteristiche esterne che per quelle interne) sono all'interno del 'campo d'azione', risultando quindi accettabili per quanto riguarda i criteri prescelti. In accordo con la procedura, nessuno dei Settori ha bisogno di misure di mitigazione; si è comunque deciso di riportare un caso di possibile intervento di mitigazione rispetto alle Caratteristiche esterne, per dare un esempio di applicazione del metodo di Trattamento dei rischi. Risulta quindi che nella sede OPD della Fortezza sono state messe in atto tutte le misure attive e passive che, non solo garantiscono il livello di protezione richiesto per la salvaguardia della vita umana, ma permettono anche di raggiungere livelli di protezione dei contenuti al di sopra dello standard.

La sede OPD è inoltre un esempio di edificio con potenziali margini di miglioramento rispetto alla protezione antincendio; visti i risultati ottenuti, avremmo potuto infatti scegliere una più ridotta 'area accettabile'. La maggior parte degli indicatori di rischio è vicina a 5, abbastanza distante dal limite superiore di 5,5; ciò per mettere in risalto ancora di più il comportamento virtuoso dell'edificio ed evidenziare i pochi casi di indice di rischio non accettabile, la mitigazione dei quali avrebbe incrementato ancora più il livello di sicurezza dei contenuti.

Il manager degli edifici storici è il primo destinatario della procedura e la scelta di un metodo semplice e con una rappresentazione grafica intuitiva lo rende uno strumento versatile da usare. Si può inoltre intravedere una possibile applicazione della procedura nel campo delle assicurazioni al fine di stabilire un rapporto tra indici di rischio provenienti dalla procedura e premi assicurativi da versare per la protezione dei contenuti di valore. Il procedimento proposto può inoltre essere il nucleo di un semplice software, utile per i gestori di edifici storici al fine di mantenere un elevato livello di sicurezza, sia per i contenuti che per l'edificio.

## Bibliografia

- T. Giusti, *Fire Risk Management Procedure for Valuable Contents in Historical heritage Buildings*, Firenze 2012.
- I. M. Obe, *Built Heritage: Fire loss to Historic Buildings: Executive Summary of Recommendations*, Edinburgh 2007.
- I. M. Obe, *Built Heritage: Fire loss to Historic Buildings: Final Report Part 1*, Edinburgh 2007.
- I. M. Obe, *Built Heritage: Fire loss to Historic Buildings: Final Report Part 2*, Edinburgh 2007.
- C. Okoli e S. D. Pawlowski, *The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications*, 'Information and Management', 42, 2004, pp. 15-29.
- T. L. Saaty, *Axiomatic foundation of the analytic hierarchy process*, 'Management Science', 32, 1986, pp. 841-855.
- T. L. Saaty, *Decision making with the analytic hierarchy process*, 'International Journal Services Sciences', 1, 2008.
- P. Vandeveld e E. Streuve, *Fire Risk Evaluation To European Cultural Heritage: FiRE TECH Decision Supporting Procedure - User Guide*, Department of Flow, Heat and Combustion Mechanics, Sint-Pietersnieuwstraat 41 - Gent (Belgium), (2005).

1) Volendo sottolineare il rapporto tra edificio e opera d'arte (o in generale bene di valore) ivi contenuta, la definizione di manager o gestore di edifici storici utilizzata in questa trattazione e derivata dagli studi europei sull'argomento, è possibile intenderla sovrapposta alla figura del 'direttore di museo' data dalla legge italiana. Più in generale si intende la persona, o il gruppo di persone, che ha le seguenti responsabilità:

- responsabilità amministrativa;
- responsabilità economica e finanziaria;
- responsabilità nella gestione delle risorse umane;
- responsabilità per beni immobili, arredi e macchine;
- responsabilità sulla sicurezza: sicurezza degli occupanti (dipendenti e visitatori) e prevenzione degli incendi;
- responsabilità dei contenuti: gestione delle collezioni, presentazione ed esposizione del patrimonio, rapporti con le Soprintendenze, sicurezza del patrimonio del museo (furti e danni), restauro e conservazione.

2) I dati esterni comprendono tutte le caratteristiche architettoniche che possono essere attribuite all'edificio da un punto di vista macroscopico. Tutti i dati esterni non sono quindi variabili all'interno dello stesso edificio. Viene inoltre in questo ambito introdotto il contesto urbano della costruzione in relazione al suo comportamento in caso di incendio.

3) Ogni insieme di dati interni comprende tutte le caratteristiche tecniche e architettoniche dell'edificio che sono variabili all'interno dell'edificio stesso. Occorre quindi individuare dapprima quali settori dell'edificio devono essere analizzati. Questa scelta può essere fatta secondo la definizione di Settore:

- parte dell'edificio con la stessa destinazione d'uso;
- parte dell'edificio che è una singola unità architettonica (il livello di un edificio, una stanza particolare, un teatro, una sala, un salone a doppia altezza una serie di ambienti con caratteristiche comuni);

- parte dell'edificio che è un compartimento antincendio (rispetto alla definizione normativa).

4) Il metodo Delphi appartiene ai metodi di previsione soggettivi-intuitivi ed è stato sviluppato nel 1950 per migliorare l'uso delle previsioni degli esperti (C. Okoli e S. D. Pawlowski 2004). In questa ricerca è stato scelto di applicare un metodo Delphi perché non ci sono dati statistici disponibili su questo specifico argomento: abbiamo a che fare con edifici e contenuti unici e parlare di dati statistici non ha qui alcun senso. Poiché invece il problema da trattare è complesso, è necessario raccogliere conoscenze provenienti da persone capaci di comprendere e gestire il problema da diversi punti di vista. Gli esperti qualificati sono stati individuati in tre categorie:

- accademici;
- tecnici che lavorano nella gestione di edifici storici;
- vigili del fuoco.

Come background comune è stata identificata l'origine regionale degli esperti. Per rendere le risposte il più affidabili possibile, sono stati scelti solo esperti italiani (e in particolare con esperienza sul patrimonio storico della Toscana).