

Colloqui.AT.e 2017

DEMOLITION OR RECONSTRUCTION?

a cura di

Gabriele Bernardini, Elisa Di Giuseppe

EdicomEdizioni



I curatori, l'editore, gli organizzatori ed il Comitato Scientifico non possono essere ritenuti responsabili né per il contenuto né per le opinioni espresse all'interno degli articoli. Gli articoli sottomessi, i cui contenuti sono stati dichiarati originali dagli autori stessi, sono stati sottoposti ad un processo di double blind review.

e-book a cura di Gabriele Bernardini e Elisa di Giuseppe.

EdicomEdizioni
Monfalcone (Gorizia)
tel. 0481/484488
fax 0481/485721
info@edicomedizioni.com – www.edicomedizioni.com

I testi e le foto sono stati forniti dagli autori.

© Copyright EdicomEdizioni
Vietata la riproduzione anche parziale di testi, disegni e foto se non espressamente autorizzata. Tutti i diritti sono riservati a norma di legge e delle convenzioni internazionali.

ISBN 978-88-96386-58-3

Prima edizione agosto 2017

Colloqui.AT.e 2017
DEMOLITION OR RECONSTRUCTION?

a cura di
Gabriele Bernardini, Elisa Di Giuseppe

Ancona, 28-29 settembre 2017

EdicomEdizioni



L'evento **Colloqui.AT.e 2017** è realizzato con il sostegno di:

AhRCOS

www.ahrcos.it



MAPEI

www.mapei.it



L'evento **Colloqui.AT.e 2017** è organizzato da:



L'evento **Colloqui.AT.e 2017** è realizzato con il patrocinio di:

Università Politecnica delle
Marche



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

Consiglio Nazionale
degli Ingegneri



CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI **INGEGNERI**



Ingegneri per la Prevenzione
e le Emergenze



Ordine degli Ingegneri della
Provincia di Ancona



Ordine degli Architetti,
Pianificatori, Paesaggisti e
Conservatori della Provincia di
Ancona.



Comitato di Coordinamento dei
Collegi dei Geometri e G.L.
della Regione Marche



COMITATO DI COORDINAMENTO DEI COLLEGI
DEI GEOMETRI E G.L. DELLA REGIONE MARCHE

Indice

Premessa	16
Introduzione	18
Comitati	22

MAIN SESSION - Construction History and Preservation **25**

Storia della costruzione

IL RECUPERO DELLA MEMORIA: LA RIFUNZIONALIZZAZIONE DI CASA MOLINARI A MORRA DE SANCTIS (AV)	26
---	----

Francesco Polverino, Roberto Castelluccio, Adriana Luciano

INNOVAZIONE TECNOLOGICA NASCOSTA: L'ARCHITETTURA DEL VENTENNIO A MACERATA, IL PALAZZO DEGLI STUDI	38
---	----

Margherita Giampaoli, Gianvittorio Antenucci, Vanessa Terlizzi, Placido Munafò

INTELAIATURE LIGNEE LEGGERE QUALE PRESIDIO ANTISISMICO NELL'ARCHITETTURA TRADIZIONALE DI AREA MEDITERRANEA	51
--	----

Tiziana Campisi

LA CUPOLA DELLA "BADIA DI SANT'AGATA" A CATANIA: UN ESEMPIO DI COSTRUZIONE AUTOPORTANTE E DI PRESIDIO ANTISISMICO ANTE LITTERAM	67
---	----

Francesco Cannizzaro, Mariangela Liuzzo, Giuseppe Margani, Bartolomeo Pantò

LA LEZIONE DEL TERREMOTO NELLA SICILIA ORIENTALE: PRESIDI ANTISISMICI, RIPARAZIONI E TRASFORMAZIONI DELLE FABBRICHE TRADIZIONALI	78
--	----

Alessandro Lo Faro, Attilio Mondello, Angelo Salemi

LA TENDA DI ADALBERTO LIBERA	92
------------------------------	----

Gianraffaele Loddo

LE CASE ANTISISMICHE DELLA SOCIETÀ PORCHEDDU NELLA RICOSTRUZIONE DI MESSINA DOPO IL TERREMOTO DEL 1908	104
--	-----

Caterina Mele, Paolo Piantanida

PROVVEDIMENTI ANTISISMICI NELLA RICOSTRUZIONE SETTECENTESCA DEL VAL DI NOTO	117
---	-----

Corrado Fianchino, Manuela Marino, Eleonora Vinci

Vulnerabilità urbana

LA VULNERABILITÀ SISMICA DEGLI AGGREGATI EDILIZI	127
--	-----

Riccardo Gulli, Giovanni Mochi, Giorgia Predari

TERREMOTO E COSTRUZIONE: L'EVOLUZIONE DI UN SAPERE TECNICO E TEORICO NELLA CITTÀ DI SALERNO Federica Ribera, Rossella Del Regno, Alessandra Landi	137
 <i>Tecniche costruttive e prestazioni negli edifici esistenti</i>	
ARCHITETTURA IN TERRA CRUDA: PROBLEMATICHE DI DISSESTO. IL CASO DELLA BASILICATA Nicola Masini, Giovanna Forlenza, Antonella Guida	149
COMPORTEMENTO SISMICO DI TETTI IN CEMENTO ARMATO SU EDIFICI IN MURATURA Alessandro Cardoni, Gian Paolo Cimellaro	163
CONSERVARE LA MODERNITÀ. ANALISI DELLE TECNICHE COSTRUTTIVE DELL'ARCHITETTURA INDUSTRIALE FRIULANA. Giorgio Croatto, Angelo Bertolazzi, Umberto Turrini	175
CULTURA SISMICA LOCALE. L'USO DEL LEGNO NEI PRESIDI ANTISISMICI PREMODERNI A L'AQUILA Alessandra Tosone, Alessandra Bellicoso	187
I CURTAIN WALL "ALL'ITALIANA" DEL PALAZZO DELL'ENEL DI GIGI GHÒ A CAGLIARI Giuseppina Monni, Paolo Sanjust, Antonello Sanna	199
IL DESTINO DELLE CUPOLE, TRA CROLLI, DEMOLIZIONI, CONSOLIDAMENTI E RICOSTRUZIONI Giovanni Fatta, Tiziana Campisi, Calogero Vinci	214
IMPARARE DAL PASSATO: COSTRUZIONI IN TERRA IN ZONA SISMICA Maddalena Achenza, Gianmarco Chiri	228
INVOLUCRI INNOVATIVI IN PIETRA MASSIVA: EFFICIENZA PRESTAZIONALE E VALENZE ESPRESSIVE IN RAPPORTO ALLE TECNICHE TRADIZIONALI DELL'EDILIZIA STORICA Silvia Mariani, Federica Rosso, Marco Ferrero	241
LA CONOSCENZA DEL SOTTOSUOLO DI NAPOLI PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO DI CROLLI E DISSESTI Mario Cristiano	253
LE CHIESE MONOAULA AQUILANE ED IL SISMA DEL 2009: CONOSCENZA, MODELLAZIONE, INTERVENTO Alessandro Lo Faro, Loredana Contrafatto, Angelo Di Stefano	263
PER IL RECUPERO DEGLI EDIFICI STORICI DISMESSI DEL CENTRO STORICO DI NAPOLI: IL CASO DEL COMPLESSO DI S. MARIA DELLA FEDE Francesco Polverino, Rossella Marmo	275

PRATICA E CRITICITÀ DELLE SOPRAELEVAZIONI NELLA COSTRUZIONE STORICA PALERMITANA Enrico Genova, Calogero Vinci	287
RIFLESSIONE DIACRONICA SULLA VULNERABILITÀ SISMICA DEL PATRIMONIO EDILIZIO STORICO MESSINESE Ornella Fiandaca, Antonino Recupero	299
SOLUZIONI PER L'INTEGRAZIONE DI FACCIATE VENTILATE E CONTROVENTI DISSIPATIVI Stefano Cascone, Irene Lioni	312
STORIA DELLA COSTRUZIONE E RECUPERO ANTISISMICO DELL'EDIFICIO POSTALE DI CASSINO Marcello Zordan, Franco Fragnoli	324
VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DI UN COMPLESSO DI EDILIZIA POPOLARE Gigliola Ausiello, Ida Mascolo	334
<i>Conservazione dei centri storici e sicurezza delle persone</i>	
L'EMERGENZA SISMICA NEI CENTRI STORICI IN CASO DI GRANDE AFOLLAMENTO: DALL'ANALISI DEL COMPORTAMENTO UMANO AGLI STRUMENTI PROGETTUALI Gabriele Bernardini, Chiara David, Silvia Santarelli, Enrico Quagliarini, Marco D'Orazio	347
LA PIANIFICAZIONE PREVENTIVA AI DISASTRI NEI CENTRI STORICI. PREPARARE LA REAZIONE ALL'IMPATTO E GUIDARE LA RICOSTRUZIONE Alessandro D'Amico, Edoardo Currà	361
RILIEVO STORICO-COSTRUTTIVO E LIVELLI DI CONOSCENZA: UN WORKSHOP PER LA PREVENZIONE E IL RECUPERO DEL CENTRO STORICO DI FIAMIGNANO Edoardo Currà, Alessandro D'Amico, Malte Nettekoven, Pasquale Leonardi, Martina Russo, Laura Severi	376
RISCHIO VS ARCHITETTURA Giorgio Cacciaguerra, Maria Paola Gatti	390
STRATEGIE E PROCEDURE PRESTAZIONALI PER LA GESTIONE DELLE SITUAZIONI DI EMERGENZA Roberto Vancetti, Sara Angelini	400
MAIN SESSION - Construction and Building Performance	411
<i>Soluzioni innovative per costruzioni efficienti (sostenibili)</i>	
BIO-CALCESTRUZZI. TECNOLOGIE ED UTILIZZI NEL RECUPERO EDILIZIO Camilla Sansone	412

LA RIQUALIFICAZIONE DEGLI EDIFICI RESIDENZIALI PUBBLICI TRA LIMITI PRESTAZIONALI E NUOVE PROSPETTIVE DI SVILUPPO Carla Chiarantoni, Calogero Montalbano	422
CONSIDERAZIONI SULLA PERCEZIONE DEL COMFORT ABITATIVO NELLA PROGETTAZIONE POST BELLICA E POST SISMICA Claudia Lombardi, Marina Fumo	435
DEFINIZIONE PRELIMINARE DEL MONITORAGGIO ENERGETICO PER L'IMPLEMENTAZIONE DI UN EDIFICIO COGNITIVO. IL PADIGLIONE MANDOLESI DELL'UNIVERSITÀ DI CAGLIARI Giuseppe Martino Di Giuda, Emanuela Quaquero, Valentina Villa, Lavinia Chiara Tagliabue, Giuseppe Desogus, Antonello Sanna, Angelo Luigi Camillo Ciribini	447
FACCIATA CONTINUA IN PULTRUSO: VERIFICA TECNOLOGICA E PRESTAZIONALE Vanessa Terlizzi, Margherita Giampaoli, Placido Munafò	459
LA METODOLOGIA "MEASUREMENT AND VERIFICATION" NEL PROGETTO EUROPEO R2CITIES – DEMO GENOVA Alberto Messico, Renata Morbiducci, Clara Vite	472
LA STRATEGIA DEL PROGETTO ABRACADABRA PER AZZERARE IL CONSUMO ENERGETICO E BILANCIARE I COSTI NELLA RIQUALIFICAZIONE DEGLI EDIFICI ESISTENTI Annarita Ferrante, Elena Cattani, Anastasia Fotopoulou, Riccardo Gulli, Giovanni Semprini	482
LETTURA TIPOLOGICA E VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ DI SOLUZIONI PROGETTUALI LOW CARBON PER IL RECUPERO ENERGETICO E AMBIENTALE DEL BORGO APPENNINICO DI NAVELLI (AQ) Barbara Gherri	493
MODELLI COMPORTAMENTALI PER LA PREVISIONE DELL'INTERAZIONE FINESTRE-UTENTI NEL PERIODO ESTIVO Federica Naspi, Francesca Stazi, Marco Arnesano, Federico Seri, Lorenzo Zampetti, Gian Marco Revel, Marco D'Orazio	507
OTTIMIZZAZIONE MULTI-OBIETTIVO PER L'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DI EDIFICI IN CLIMA CALDO E TEMPERATO Elisa Di Giuseppe, Gabriele Galdenzi, Costanzo Di Perna	517
RIQUALIFICAZIONE SOSTENIBILE DELL'EDILIZIA ECONOMICA E POPOLARE IN UNA STRATEGIA DI TOTAL QUALITY Stefano Cascone, Valentina Rosa Petrone, Gaetano Sciuto	529
SISTEMI DI FACCIATA ADATTIVA Pierpaolo Ruttico, Erica Gamba, Emilio Pizzi	539

SOLUZIONI ABITATIVE INNOVATIVE PER “VIVERE ATTIVAMENTE E IN MODO AUTONOMO A CASA”: LA SFIDA DEL PROGETTO AUSILIA Antonio Frattari, Michela Dalprà, Barbara Bauer, Lorenzo Luchetta, Michela Chiogna	550
STUDI DI OTTIMIZZAZIONE TOPOLOGICA E DI FABBRICAZIONE ADDITIVA PER ELEMENTI STRUTTURALI Pierpaolo Ruttico, Erica Gamba, Emilio Pizzi	562
SVILUPPO, CARATTERISTICHE E APPLICAZIONI POSSIBILI DI MALTE COLORATE COOL PER L’AMBIENTE COSTRUITO Federica Rosso, Marco Ferrero, Anna Laura Pisello	573
UNA NUOVA SFIDA PER L’EMERGENZA: SOLUZIONI ABITATIVE MOBILI AD ALTE PRESTAZIONI Gaetano Sciuto, Manuela Marino, Oriana La Verde	585
UNA POSSIBILE RISPOSTA PER L’ADEGUAMENTO SISMICO E LA VALORIZZAZIONE DEI BORGHI ANTICHI: IL PROTOCOLLO “CASA 21” Enrico Sergio Mazzucchelli, Angelo Lucchini	597
 <i>Soluzioni innovative per la riabilitazione degli edifici</i>	
ESOSCHELETRI E SENSORISTICA PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DI EDIFICI DI NUOVA PROGETTAZIONE ED ESISTENTI IN CALCESTRUZZO ARMATO Agostino Catalano	607
I MATERIALI INNOVATIVI PER LA RIQUALIFICAZIONE DI COSTRUZIONI ESISTENTI Renata Morbiducci, Clara Vite, Federica Franza	618
INNOVAZIONE PER LA RICOSTRUZIONE: IL “GETTO DA MURO” Paolo Fiamma	630
LA RECENTE PRATICA DELLA RIQUALIFICAZIONE O DELLA DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE DELL’EDILIZIA RESIDENZIALE IN ITALIA: DUE CASI PARTICOLARI Luca Guardigli, Riccardo Gulli, Cecilia Mazzoli	640
MISURE COMPARATIVE DELLE PROPRIETÀ ISOLANTI DI MATERIALI DIVERSI E SISTEMI DI FACCIATA ACCOPPIATI A STRUTTURA IN LEGNO LAMELLARE CLT Graziano Salvalai	652
RECUPERO DI MURATURE STORICHE MEDIANTE CONSOLIDAMENTO CON FIBRE IN POLIMERO RINFORZATO Edino Valcovich, Carlo Antonio Stival, Nicola Strazza, Raul Berto	663

RISQUALIFICAZIONE E ADEGUAMENTO STRUTTURALE ANTISISMICO 675
DELL'ARCHITETTURA MODERNA IN CENTRO STORICO. IL CASO DELLE EX
CLINICHE PEDIATRICHE UNIVERSITARIE A CAGLIARI
Carlo Atzeni, Stefano Cadoni, Luigi Fenu, Francesco Marras, Paolo Putzulu, Francesco Se-
dda, Claudio Sirigu

RISCHI DA SISMA E USO DI TECNOLOGIE APPROPRIATE PER PROTEGGERE IL 688
PATRIMONIO ESISTENTE
Rosa Maria Vitrano

***Metodi e tecniche per il controllo e il monitoraggio delle prestazioni e delle
patologie degli edifici***

ANALISI DEGLI INTERVENTI POST-SISMA. IRPINIA '80 E BRADISISMO DI 700
POZZUOLI
Marina Fumo, Roberto Castelluccio, Roberto Vigliotti, Claudio D'Aniello

APPLICAZIONE DEL METODO FMEA PER LA VALUTAZIONE DI AFFIDABILITÀ 712
DELLE STRUTTURE
Maurizio Nicoletta, Claudio Scognamiglio

EDIFICI STORICI E MODELLAZIONE GLOBALE A TELAIO EQUIVALENTE: 726
CONFRONTO TRA SIMULAZIONI NUMERICHE E COMPORTAMENTO REALE
ATTRAVERSO UN CASO DI STUDIO
Gianluca Maracchini, Enrico Quagliarini, Francesco Clementi, Francesco Monni

FATTORI DI VULNERABILITÀ SISMICA NELLE ARCHITETTURE VOLTATE DI 738
TORINO ESPOSIZIONI
Carlo Caldera, Rosario Ceravolo, Cristiana Chiorino, Erica Lenticchia, Carlo Ostorero

IL BIM NELLA PROGETTAZIONE SOSTENIBILE 749
Antonio De Vecchi, Simona Colajanni, Elisabetta Caradonna

IL RECUPERO DELLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO ARMATO: 760
L'INFLUENZA DEL RITIRO SULLE PRESTAZIONI IN ZONA SISMICA
Agostino Catalano, Camilla Sansone

INFLUENZA DELLE FINITURE SULLE PRESTAZIONI MOISTURE BUFFERING DI 772
BLOCCHI IN CALCE E FIBRA DI CANAPA
Andrea Gianangeli, Matteo Gennari, Elisa Di Giuseppe, Marco D'Orazio

INTERVENTI ANTISISMICI LOW IMPACT E LOW COST SULL'EDILIZIA DI 782
NUOVA COSTRUZIONE
Raffaella Lione, Fabio Minutoli, Pietro Totaro

L'OSPEDALE DI MAZZARINO: METODI DI INDAGINE PER LA VALUTAZIONE 797
DELLA VULNERABILITÀ SISMICA ESISTENTE
Gaetano Sciuto, Manuela Marino, Oriana La Verde

QUALIFICAZIONE E VALUTAZIONE DI CARATTERISTICHE, PATOLOGIE E PRESTAZIONI NEGLI EDIFICI STORICI MEDIANTE AMBIENTI DIGITALI IMMERSIVI Mariella De Fino, Albina Sciotti, Rocco Rubino, Fabio Fatiguso	807
SITI DEL PATRIMONIO COSTRUITO CULTURALE: RILIEVI E TECNICHE DI VALUTAZIONE SPEDITIVA DELLA VULNERABILITÀ SISMICA ALLA SCALA DELL'AGGREGATO EDILIZIO ED URBANO. ANALISI GEOMETRICO DEDUTTIVE. IL CASO DI STUDIO DEGLI EDIFICI PORTICATI DI PIAZZA SANTAROSA A SAVIGLIANO Giorgio Garzino, Maurizio Marco Bocconcino, Vincenzo Donato	819
SITI DEL PATRIMONIO COSTRUITO CULTURALE: RILIEVI E TECNICHE DI VALUTAZIONE SPEDITIVA DELLA VULNERABILITÀ SISMICA ALLA SCALA DELL'AGGREGATO EDILIZIO ED URBANO. PROPOSTA DI UN METODO. Giorgio Garzino	836
TEST PRELIMINARI PER L'USO DEL DTS ATTIVO NELLA MISURA NON INVASIVA DELL'UMIDITÀ DEL TUFO Rosa Agliata, Roberto Greco, Luigi Mollo, Ester Catalano, Aldo Minardo, Luigi Zeni	848
UN RILIEVO INTEGRATO PER LA DOCUMENTAZIONE DIGITALE E IL MONITORAGGIO DELL'EDILIZIA STORICA: IL CASO DELLA CHIESA DI SAN FILIPPO A CAGLI Romina Nespeca, Raissa Mammoli	856
MAIN SESSION - Building and Design Techniques	869
<i>Principi e pratiche di sostenibilità nel retrofitting degli edifici esistenti in chiave di prevenzione sismica</i>	
COSTI DI RIQUALIFICAZIONE SISMICA ED ENERGETICA PER EDIFICI MULTIPIANO NEL SUD ITALIA Giuseppe D'Agata, Giuseppe Margani, Walter Pettinato	870
CRITERI PER UNA PROGETTAZIONE COMPATIBILE CON LA CONSERVAZIONE E L'ACCESSIBILITÀ DEGLI EDIFICI STORICI Mauro Caini, Rossana Paparella	882
EDIFICI STORICI ED INTERVENTI DI RIABILITAZIONE SISMICA NELLA CITTÀ DI NOCERA UMBRA A SEGUITO DEL TERREMOTO DEL 1997 Francesco Broglia	894
EDILIZIA SCOLASTICA: ANALISI E INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO/ADEGUAMENTO SISMICO E FUNZIONALE Cesira Paolini, Marina Pugnaletto	901

IL COMPROMESSO PROGETTUALE NEI SASSI DI MATERA Antonio Giulio Loforese, Antonella Guida, Antonello Pagliuca	916
INTERVENTI ANTISISMICI LOW IMPACT E LOW COST SULL'EDILIZIA ESISTENTE Raffaella Lione, Fabio Minutoli, Pietro Totaro	925
PREVENZIONE SISMICA E MIGLIORAMENTO ENERGETICO NEL RECUPERO DI AGGREGATI EDILIZI: RISULTATI DA UN CASO DI STUDIO DEL CRATERE SISMICO AQUILANO Gianni Di Giovanni	939
PROGETTI DI RIQUALIFICAZIONE PER EDIFICI SCOLASTICI NELL'AMBITO DEL TERRITORIO GENOVESE Clara Vite, Renata Morbiducci, Alberto Messico	952
RECUPERO EDILIZIO VS DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE: ANALISI E VALUTAZIONI PER LA SCELTA DELL'INTERVENTO Pierfrancesco Fiore, Giuseppe Donnarumma, Claudia Sicignano	964
RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO E RETROFITTING DEGLI EDIFICI SCOLASTICI: IL CASO DELLA SCUOLA "PUCCINI" DI SENIGALLIA (AN) Francesco Monni, Enrico Quagliarini, Stefano Lenci, Francesco Clementi	976
SOSTENIBILITÀ EDILIZIA E RESISTENZA SISMICA DEGLI EDIFICI: INTEGRAZIONE DI UNO SPECIFICO CRITERIO NEL PROTOCOLLO ITALIANO ITACA Emilia Conte, Filippo Giove	988
UNA STRATEGIA INCLUSIVA E SOSTENIBILE PER LA VALORIZZAZIONE DELL'AREA ARCHEOLOGICA DI VELIA Giacomo Di Ruocco, Enrico Sicignano, Pierfrancesco Fiore, Emanuela D'Andria	999
VALUTAZIONE DI SISTEMI INTEGRATI DI ILLUMINAZIONE NATURALE/ARTIFICIALE NEL RESIDENZIALE PER IL RISPARMIO ENERGETICO E IL COMFORT VISIVO Rossano Albatici, Michela Chiogna, Stefano Dallapiccola	1010
<i>Problema abitativo durante scenari di disastro</i>	
BOX-HOUSING: IMPIANTO DI CARGOTECTURE PER GESTIRE TEMPESTIVAMENTE LE SITUAZIONI DI EMERGENZA Santi Maria Cascone, Nicoletta Tomasello, Vincenza Zaccaria	1023
CASE ALLOGGIO POST SISMA: PREFABBRICAZIONE LEGGERA E/O PESANTE. APPROCCIO CONOSCITIVO PER UNA RIQUALIFICAZIONE CONSAPEVOLE Claudia Sicignano, Pierfrancesco Fiore, Giacomo Di Ruocco	1035
COSTRUZIONI POST-SISMICHE: ANALISI STORICA DELL'ABITARE IN EMERGENZA Stefano Cascone, Giuseppe Russo, Nicoletta Tomasello	1049

EVOLUZIONE TIPOLOGICA E TECNOLOGICA DEI SISTEMI DI ABITAZIONE PER L'EMERGENZA Tiziana Firrone	1061
L'ABITARE FRAGILE: CRITERI DI METAPROGETTAZIONE E SOLUZIONI TECNICHE PER UN CAMPO DI ACCOGLIENZA Emilia Garda, Marika Mangosio, Chiara Serra	1074
L'ARCHITETTURA DELL'EMERGENZA. GLI ASPETTI QUALITATIVI DI UN INSEDIAMENTO TEMPORANEO Francesca Primicerio, Enrico Sicignano, Giacomo Di Ruocco	1085
SISTEMI MODULARI ABITATIVI TEMPORANEI E REIMPIEGABILI AD ALTA EFFICIENZA ENERGETICA Rossana Paparella, Mauro Caini	1097
TRASPORTABILITÀ E COMPONIBILITÀ DI MODULI ABITATIVI PER L'EMERGENZA IN X-LAM Santi Maria Cascone, Nicoletta Tomasello, Matteo Vitale	1108
<i>Strumenti per la progettazione e gestione degli edifici</i>	
DATA-DRIVEN ENERGY RETROFIT PER GLI EDIFICI SCOLASTICI Nicola Moretti, Andrea Giovanni Mainini, Lavinia Tagliabue, Sebastiano Maltese, Mario Claudio Dejacco, Valentina Villa, Giuseppe Di Giuda, Tiziana Poli, Angelo Ciribini, Enrico De Angelis, Seyedamir Hakim, Fulvio Re Cecconi	1121
IL COMPLESSO PROBLEMA DELLE RICOSTRUZIONI DOPO I TERREMOTI, TRA MEMORIE DEI LUOGHI E QUALITÀ PROGETTUALE Enrico Sicignano, Pierfrancesco Fiore, Giacomo Di Ruocco	1132
IL DEGRADO DELL'EDILIZIA POPOLARE E DI EMERGENZA IN 'PREFABBRICATI PESANTI': LA SOSTITUZIONE EDILIZIA QUALE OCCASIONE PER UNA NUOVA IDENTITÀ DELL'ABITARE Giacomo Di Ruocco, Enrico Sicignano, Francesca Primicerio	1142
IL PROGETTO DI UN OSPEDALE SOSTENIBILE IN COLOMBIA Marco Morandotti, Daniela Besana	1156
INDICATORI DI INCERTEZZA DELLE VALUTAZIONI LIFE CYCLE ASSESSMENT Carmine Cavalliere, Guido Raffaele Dell'Osso	1166
OTTIMIZZARE I PROCESSI EDILIZI IN CONTESTI CRITICI. VALUTAZIONI DI FATTIBILITÀ ATTRAVERSO L'INTEGRAZIONE DI MODELLI BIM E LA SIMULAZIONE BASATA SU AGENTI INTELLIGENTI Gabriele Novembri, Antonio Fioravanti, Francesco Livio Rossini	1176

PROGETTO PER UNA NUOVA RESIDENZA STUDENTESCA DEL POLO UNIVERSITARIO DI S. MARTINO DI GENOVA Enrico Dassori, Renata Morbiducci, Giulia Barenghi	1184
WORKFLOW BIM PER LA GESTIONE E LA VALORIZZAZIONE DELL'ARCHITETTURA MODERNA. IL PADIGLIONE MANDOLESI DELL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI Giuseppe Martino Di Giuda, Emanuela Quaquero, Valentina Villa, Lavinia Tagliabue, Giuseppe Desogus, Antonello Sanna, Angelo Luigi Camillo Ciribini, Stefano Della Torre	1196

PHD SESSION- Construction History and Preservation **1209**

Storia della costruzione

GLI ARSENALI NAVALI MEDIEVALI NEL MEDITERRANEO: ANALISI COMPARATIVA DELL'EVOLUZIONE TIPOLOGICO-FUNZIONALE E LINEE GUIDA PER LA CONOSCENZA E VALORIZZAZIONE Domenico Debenedictis	1210
---	------

INGEGNERIA STRUTTURALE "MADE IN ITALY" TRA SISMA, FRANE E ARCHEOLOGIA: IL CASO DEL VIADOTTO AKRAGAS DI RICCARDO MORANDI Francesco Cammarata	1221
---	------

RICOSTRUIRE L'ITALIA DISTRUTTA DALLA GUERRA: EMERGENCY ENGINEERING (1943-1952) Ilaria Giannetti	1231
---	------

Vulnerabilità urbana

DALLA VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ ALLA DEFINIZIONE DELLE MAPPE DI RISCHIO PER LA PIANIFICAZIONE DELL'EMERGENZA NEI CENTRI STORICI Silvia Santarelli	1243
--	------

STRATEGIE SMART PER LA CONSERVAZIONE E IL MONITORAGGIO DEL PATRIMONIO CULTURALE PER L'INNOVAZIONE DEI PROCESSI DI PROGETTAZIONE E MANUTENZIONE PROGRAMMATA Vito D. Porcari	1255
---	------

Tecniche costruttive e prestazioni negli edifici esistenti

ARCHITETTURE ECCLESIASTICHE STORICHE: PERCORSO DELLA CONOSCENZA E INTERVENTI POST-SISMA Fabio De Guglielmo	1265
--	------

LE COPERTURE DEL PALAZZO CENTRALE DELL'UNIVERSITÀ DI PAVIA: CONOSCENZA PER LA CONSERVAZIONE PROGRAMMATA Emanuele Zamperini	1277
--	------

MODELLO DI CONOSCENZA E DI CONTESTO PER LA PREVENZIONE DEI RISCHI CAUSATI DA EVENTI NATURALI 1287
Silvia Gargaro

PATRIMONIO ARCHITETTONICO DIFFUSO: LE TORRI DELL' APPENNINO PIACENTINO 1298
Valentina Cinieri

Conservazione dei centri storici e sicurezza delle persone

DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE COME OPPORTUNITÀ DI CRESCITA E SVILUPPO DELL' ARCHITETTURA: IL PRINCIPATO DI MONACO 1309
Gianluca Lecoque

FONDI EUROPEI STRUTTURALI DI INVESTIMENTO: UNA RISORSA PER LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E LA PREVENZIONE DEL RISCHIO SISMICO 1320
Maria Giada Bozzoli

PHD SESSION - Construction and Building Performance 1333

Soluzioni innovative per costruzioni efficienti (sostenibili)

FATTORI INTRINSECI PER L' ANALISI DELLE VARIAZIONI DI TEMPERATURA A SCALA MICRO-URBANA DI UN CONTESTO URBANO STORICO IN AREA MEDITERRANEA 1334
Elena Cantatore

LA GESTIONE SOSTENIBILE DEL PATRIMONIO EDILIZIO DELLE UNIVERSITÀ STORICHE 1346
Simone Lucenti

LA RISCOPERTA DELLA PIETRA MASSIVA NELLA CULTURA ARCHITETTONICA CONTEMPORANEA: INNOVAZIONI, VALENZE ESPRESSIVE E PRESTAZIONALI 1357
Silvia Mariani

Soluzioni innovative per la riabilitazione degli edifici

DUE CASI STUDIO E DI RILIEVO COSTRUTTIVO A ROMA: IL SISTEMA ZEISS-DYWIDAG PER VOLTE CILINDRICHE SOTTILI NELLE RIMESSE STA DI PIAZZA RAGUSA E ATAG DI TRASTEVERE 1369
Martina Russo

PROGETTO DI UN SISTEMA COSTRUTTIVO INDUSTRIALIZZATO A SECCO CON CARATTERISTICHE MASSIVE 1383
Davide Prati

Metodi e tecniche per il controllo e il monitoraggio delle prestazioni e delle patologie degli edifici

UN METODO BASATO SULL AHP INTEGRATO NEI SISTEMI INFORMATIVI PER IL MONITORAGGIO DELLA SICUREZZA DEGLI EDIFICI ESISTENTI 1398
Valentino Sangiorgio

UNO STRUMENTO DI VALUTAZIONE INTEGRATA DELLE PROBLEMATICHE ENERGETICHE E SISMICHE PER L'EDILIZIA SCOLASTICA ESISTENTE 1413
Maria Grazia Giardinelli

VERSO LA DEFINIZIONE DI UNA CARTA DELLA CONSERVAZIONE DEI PORTI E WATERFRONT STORICI 1426
Antonello Martino

PHD SESSION - Building And Design Techniques 1441

Principi e pratiche di sostenibilità nel retrofitting degli edifici esistenti in chiave di prevenzione sismica

UN MODELLO DI RAPPRESENTAZIONE BASATO SULLA CONOSCENZA PER L'INTERVENTO ED IL RIUSO DEL PATRIMONIO COSTRUITO 1442
Stefano Corsi

Problema abitativo durante scenari di disastro

ABITARE L'INVISIBILE. NUOVI APPROCCI SOSTENIBILI AL PROGETTO DEI TERRITORI A RISCHIO 1453
Francesco Marras

Strumenti per la progettazione e gestione degli edifici

GESTIONE DI INFORMAZIONI DIAGNOSTICHE NELL'HISTORIC BUILDING INFORMATION MODELLING PER IL PATRIMONIO COSTRUITO 1465
Silvana Bruno

MODELLAZIONE INFORMATIVA E SIMULAZIONE COMPORTAMENTALE PER IL PROGETTO SUL PATRIMONIO STORICO-ARCHITETTONICO 1475
Davide Simeone

RECUPERO DEL PATRIMONIO ESISTENTE: PROGETTO DI CONSOLIDAMENTO E RESTAURO DELLA PIAZZA DI SAN FRANCESCO IN ASSISI 1486
Valentina Minicozzi

Premessa

La recente sequenza di eventi sismici si presenta inusitata sotto molteplici punti di vista. L'estensione particolarmente ampia delle zone interessate, il numero significativo di vite umane perse, gli importantissimi danni al patrimonio monumentale ed edilizio minore caratterizzante tali luoghi, forse anche per via della limitatezza, negli esiti ottenuti, dall'applicazione delle norme tecniche, hanno favorito una presa di coscienza diffusa della difficoltà di contemperare le diverse istanze che interessano a vario livello i centri minori ed il patrimonio edilizio che li costituisce: il mantenimento della peculiare identità culturale dei centri stessi; la fruizione secondo i moderni profili prestazionali, ed infine la sicurezza delle persone. Gli importanti spostamenti, forse non solo temporanei, di popolazioni di interi centri urbani di rilievo storico oltre che dimensionale, segnano il possibile prossimo abbandono di intere aree del nostro paese e spingono ad interrogarsi sulle azioni da compiere a livello di sistema sotto il profilo politico, culturale, economico e tecnico per evitare di perdere non solo le peculiari identità culturali di tali luoghi, e dei quali la cultura costruttiva è parte, ma anche la capacità di "presidio dei territori interni", in una chiave economica ed ecologica, che le comunità di tali luoghi possono garantire.

Mantenere questi centri ed il paesaggio che ne deriva significa anche garantire la permanenza del presupposto per un modello di sviluppo fondato sulla qualità dei luoghi, su un mix tra "radici" e attitudine contemporanea ad interpretare il cambiamento, tra la dimensione digitale e immateriale che può dare nuovo senso a luoghi antichi. L'Italia ed i suoi centri minori, ancor più delle emergenze storiche e artistiche, costituiscono un patrimonio importante, anche a livello turistico e conseguentemente economico per il nostro paese, da salvaguardare pur se ne sono risultate evidenti le fragilità.

È possibile tuttavia garantire adeguata sicurezza a questi centri o va attuato un programma di demolizione e ricostruzione, fedele o meno, come suggerito provocatoriamente da taluni?

È possibile viceversa sviluppare e perfezionare un apparato di conoscenza evoluto e attento al "caso per caso" rispetto alle modalità sommarie e indiscriminate, frutto di modelli inapplicabili alle diverse realtà e che hanno mostrato limiti e difetti inaccettabili?

È così strettamente necessario percorrere le strade di "ipertecnizzazione" di sistemi insediativi *naturali* e *locali*, le quali si sono sinora rivelate spesso poco efficaci anche da un punto di vista strettamente tecnico, o è possibile piuttosto perfezionare invece i fattori di sicurezza "intrinseci" di una costruzione muraria appropriata, pur nella consapevolezza che la sicurezza assoluta è un traguardo irrealistico, o talmente costoso da essere impraticabile?

Come far comunicare tra loro sostenitori inconsapevoli della conservazione pura e semplice (che sembrano non rendersi conto che il patrimonio è *palinsesto*, frutto

di innumerevoli aggiornamenti e modificazioni tecnologiche) e tecnologi inconsapevoli degli effetti sistemici di ogni novità di laboratorio, incapaci gli uni e gli altri di una riflessione scientifica sulle conseguenze disastrose di entrambi gli atteggiamenti?

Come riconciliare, in termini più generali, le “tecniche” portate dalle scienze dure con i “valori” portati dalle scienze umane, sociali, storiche?

Trovare un modo innovativo di fare sistema tra i molteplici punti di vista (tutti indispensabili, nessuno esaustivo) è il duro ma inevitabile compito che ci si prepara per il futuro.

Il convegno intende porsi come luogo di riflessione ove far coesistere gli aspetti teorici e pratici affrontati dalle discipline che concorrono a tali tematiche, sia sotto il profilo teorico che pratico, considerando le implicazioni speculative, ingegneristiche ed economiche, al fine di restituire un approccio coerente al tema attraverso una corretta tutela, fruizione e valorizzazione del patrimonio costruito.

ColloquiATe 2017 si pone in continuità con le precedenti edizioni 2014 (Vico Equense), 2015 (Bologna), 2016 (Matera) anche nell'intento di delineare l'orizzonte tematico della ricerca associata al settore ICAR 10 in relazione sia agli ambiti di pertinenza della disciplina, sia alle istanze oggi poste dalla società, in termini di bisogni, di valorizzazione delle risorse, di dinamiche di sviluppo associate all'innovazione tecnica.

Il comitato organizzatore

Introduzione

Il presente volume raccoglie i contributi presentati al convegno ColloquiATe 2017 e si struttura in due parti. Nella prima parte sono raccolti i lavori presentati alle sessioni principali (*Main Sessions*). Nella seconda parte sono riportati quelli presentati da giovani che sono in procinto di concludere o hanno da poco terminato la propria esperienza di dottorato (*Phd Sessions*).

In linea con le edizioni precedenti, il numero di contributi ricevuti è in crescita: oltre 120 lavori sono stati accettati per la pubblicazione. Questi vedono la partecipazione di oltre 300 autori. I contributi vengono presentati, in sintonia con il percorso delineato nelle precedenti edizioni, secondo tre ambiti tematici: **Construction History and Preservation**, **Construction and Building Performance**, **Building And Design Techniques**.

La prima sezione intitolata **Construction History and Preservation**, con i suoi 42 contributi (il 34% del totale), di cui 11 nella sessione dedicata ai giovani ricercatori, raccoglie lavori afferenti a quattro principali tematiche volte ad indagare il rapporto tra la storia della costruzione e le tecniche di prevenzione sismica sul patrimonio esistente. Tra i giovani ricercatori, questa tematica è la più studiata, con circa il 50% dei contributi distribuiti nelle quattro di riferimento di seguito riportate.

L'ambito della "*Storia della costruzione*" tratta le specifiche esperienze che hanno connotato l'evoluzione storica dei modi di costruire nelle diverse culture materiali e nei differenti contesti territoriali, mettendo in luce gli elementi di originalità e le tecniche di prevenzione sismica adottate nel passato.

Nell'ambito della "*Vulnerabilità urbana*", sono illustrati strumenti, metodi e tecniche di valutazione speditiva per la stima del rischio sismico alla scala dell'aggregato edilizio ed urbano, coniugando al contempo studi circa gli interventi per il miglioramento sismico del patrimonio esistente.

Il rapporto tra costruzione storica ed i temi della sicurezza strutturale e della fruizione (incluso anche aspetti di uso in condizioni normali delle strutture, quali risparmio energetico, comfort, ecc..) è affrontato nell'ambito delle "*Tecniche costruttive e prestazioni negli edifici esistenti*": sono qui fornite proposte di soluzioni atte a migliorare le prestazioni in forma singola o combinata, pur considerando le istanze di conservazione e fruizione dei beni storici. Questa tematica, da sola, con i suoi 20 contributi, ha coinvolto circa il 50% dei prodotti afferenti alla sezione.

L'ultima tematica della sezione si incentra su "*Conservazione dei centri storici e sicurezza delle persone*", rimarcando come la conservazione dei centri storici, rappresentativi delle diverse peculiarità culturali e geografiche, deve tenere conto della necessità di una loro adattabilità a nuove funzioni e esigenze ambientali e di comfort, anche considerando le condizioni di rischio (vulnerabilità, pericolosità) al contorno. È interessante sottolineare come questi studi evidenzino, in maniera innovativa, sia sul panorama nazionale che internazionale, riferimenti al costruito, al

tessuto urbano, alla gestione delle emergenze e alla interazione di tali aspetti sistemici con la sicurezza degli abitanti e dei visitatori.

La sezione **Construction and Building Performance** raccoglie il 38% dei contributi presentati, principalmente esposti nella sessione principale. Essa si concentra sulla definizione di soluzioni e sistemi innovativi per la progettazione delle nuove costruzioni e del recupero dell'esistente.

All'ambito che indaga le "*Soluzioni innovative per costruzioni efficienti (sostenibili)*", ove vengono presentati contributi che tentano di coniugare differenti prestazioni di vivibilità e fruizione dell'abitare esistente e di nuova costruzione, si affianca il tema delle "*Soluzioni innovative per la riabilitazione degli edifici*", in cui sono illustrati nuovi materiali e prodotti in risposta a specifiche patologie e per il rinforzo degli edifici, interrogandosi sulle loro caratteristiche di adeguatezza ed efficacia. Il primo tema raccoglie, con i suoi 20 prodotti, circa il 43% dei contributi dell'intera sezione.

Infine, i contributi inerenti "*Metodi e tecniche per il controllo e il monitoraggio delle prestazioni e delle patologie degli edifici*" tentano di rispondere alle questioni legate a tecniche e procedure per monitorare e valutare il comportamento degli edifici esistenti, includendo oltre alle prestazioni strutturali, anche la qualità degli ambienti interni, le alterazioni termo-igrometriche e biotiche, la durabilità.

La terza ed ultima sezione **Building And Design Techniques** ha visto un totale di 33 contributi, ovvero il 28% del totale in questo volume. Essa si apre con i contributi inerenti a "*Principi e pratiche di sostenibilità nel retrofitting degli edifici esistenti in chiave di prevenzione sismica*", tematica che da sola ha raccolto la maggior parte dei contributi della sezione (14). I lavori cercano di dimostrare come sia possibile non limitare, come spesso accade, il rinnovamento degli edifici esistenti ai soli standard di efficienza energetica, comfort ambientale, igiene e salubrità, ma anche alla riduzione del rischio sismico, incentrando il progetto su un concetto di uso sostenibile che consideri l'intero organismo edilizio in maniera integrata. Alcuni contributi sfruttano casi di studio per mostrare validi esempi di ristrutturazione di edifici esistenti per nuovi usi, includendo anche addizioni di nuovi elementi architettonici.

La tematica del "*Problema abitativo durante scenari di disastro*" tratta l'evoluzione, le tipologie, le tecniche di progettazione, le prestazioni e la pianificazione urbana di soluzioni abitative durante situazioni di emergenza che abbiano bassi impatti ambientali ed economici, includendo la loro flessibilità (es.: moduli abitativi prefabbricati e removibili), il loro comfort e la loro sicurezza.

Infine, la sezione comprende contributi relativi alla definizione degli "*Strumenti per la progettazione e gestione degli edifici*". I nuovi processi che coinvolgono generazione e gestione di rappresentazioni digitali di caratteristiche fisiche e funzionali di edifici nuovi ed esistenti (ad esempio BIM e GIS-Based BIM) rappresentano

infatti una risorsa di conoscenza condivisa per avere a disposizione tutte le informazioni necessarie su un edificio, sia per prendere decisioni consapevoli durante il suo ciclo di vita, che per una progettazione integrata dello stesso, considerando aspetti strutturali e di sostenibilità. In questo quadro sono anche comprese le strategie tecnico-economiche e gli strumenti, di tipo finanziario-assicurativo e politico-amministrativo, che possono essere messi in atto per una gestione economica sostenibile del progetto.

Gabriele Bernardini, Elisa Di Giuseppe

Comitati

Comitato scientifico

D'ORAZIO Marco | *ArTec President*
GULLI Riccardo | *ArTec vice President*
GUIDA Antonella | *ArTec Board member*
LOSASSO Mario | *SiTda President*
CIRIBINI Angelo | *IsTeA President*
CHIAPPONI Medardo | *SID President*
DASSORI Enrico | *ArTec Board member*
LIONE Raffaella | *ArTec Board member*
POLVERINO Franco | *ArTec Board member*

Advisory board

BARDELLI Pier Giovanni | *Past President ArTec*
BERTAGNIN Mauro | *Università degli Studi di Udine*
CACCIAGUERRA Giorgio | *Università degli Studi di Trento*
CALDERA Carlo | *Politecnico di Torino*
CARRARA Gian Franco | *Past President ArTec*
CASCONI Santi Maria | *Università degli Studi di Catania*
CECERE Carlo | *Università degli Studi La Sapienza*
DE ANGELIS Enrico | *Politecnico di Milano*
DE TOMMASI Giambattista | *Past President ArTec*
DE VECCHI Antonio | *Università degli Studi di Palermo*
FASCIA Flavia | *Università degli Studi di Napoli*
FATTA Giovanni | *Università Degli Studi di Palermo*
FIANCHINO Corrado | *Università Degli Studi di Catania*
FRATTARI Antonio | *Università degli Studi di Trento*
FUMO Marina | *Università degli studi di Napoli*
GRECCHI Manuela | *Politecnico di Milano*
IORI Tullia | *Università degli studi di Roma Tor Vergata*
LUCCHINI Angelo | *Politecnico di Milano*
MORANDOTTI Marco | *Università degli studi di Pavia*
MORGANTI Renato | *Università degli Studi de L'Aquila*
MORNATI Stefania | *Università degli Studi di Roma Tor Vergata*

MUNAFÒ Placido | *Università Politecnica delle Marche*
PIZZI Emilio | *Politecnico di Milano*
QUAGLIARINI Enrico | *Università Politecnica delle Marche*
SALEMI Angelo | *Università degli studi di Catania*
SANNA Antonello | *Università degli studi di Cagliari*
SICIGNANO Enrico | *Università degli studi di Salerno*
TAGLIAVENTI Gabriele | *Università degli Studi di Ferrara*
VALCOVICH Edino | *Università degli Studi di Trieste*

Comitato organizzatore

D'ORAZIO Marco
MUNAFÒ Placido
QUAGLIARINI Enrico
STAZI Francesca
DI GIUSEPPE Elisa
BERNARDINI Gabriele
GIANANGELI Andrea

Strategie Smart per la conservazione e il monitoraggio del patrimonio culturale per l'innovazione dei processi di progettazione e manutenzione programmata

Smart strategies for the conservation and monitoring of the cultural heritage and for innovating design processes and scheduled maintenance

Vito D. Porcari*

* DiCEM (Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo), Università degli Studi della Basilicata, – Via San Rocco 3, 75100, Matera, mail: vito.porcari@unibas.it

Abstract L'eredità storico-architettonica ed il fermento culturale presenti oggi nell'ambito del costruito, definiscono un cambiamento di visione di quel patrimonio storico-artistico che da troppi anni subisce un degrado maggiore rispetto a quello cui si è assistito in passato. La conservazione e la salvaguardia di tale patrimonio culturale devono necessariamente applicarsi secondo una "strategia preventiva e programmata" intesa come monitoraggio continuo ed innovativo dei beni architettonici e degli interventi su di essi realizzati nel tempo. La ricerca recentemente avviata, pone alla base della sua attività la digitalizzazione dei contenuti che, soprattutto oggi, necessita di una sistematizzazione e facilità di consultazione per poter raggiungere un numero maggiore di soggetti interessati attraverso la costruzione di una banca dati *user-friendly* sviluppata tramite raccolta, catalogazione e digitalizzazione della documentazione presente negli Archivi di Stato, negli Archivi delle autorità locali (come le Soprintendenze) e delle Università ed i progetti dei liberi professionisti. Da tale fase puramente conoscitiva, si passa ad una fase diagnostica, dove l'utilizzo, ad esempio, del BIM nell'ambiente costruito (HBIM) può sviluppare le sue potenzialità in termini di monitoraggio attraverso l'acquisizione (mediante sensori) di parametri di conoscenza in tempo reale come ad esempio dati prestazionali inerenti gli impianti, in modo da rilevare disfunzioni o guasti; o la misurazione in situ in condizioni al contorno variabili e dati su patologie, dissesti, cedimenti, ecc. Queste informazioni costantemente monitorate consentiranno la calibrazione dei modelli BIM di simulazione su cui configurare la gestione della manutenzione e le scelte progettuali di interventi di recupero. Passando per la costruzione di un modello 3D, un'ulteriore qualità Smart che si intende prevedere è costituita dallo sviluppo di un'App partecipativa, concepita come strumento per promuovere accessibilità e fruibilità dei beni ("visita virtuale"),

e per sviluppare una ‘cultura del digitale’ per aggiornare l’utenza contemporanea ed essere un supporto di conoscenza per le future generazioni.

Abstract The historic architectural heritage and the current discussions surrounding the built environment, have brought about a change in attitude towards the greater deterioration suffered by historic and the artistic heritage than was the case in the past. An important issue of growing interest is the conservation and preservation of the cultural heritage, which necessarily requires a “preventive and scheduled strategy”. In the case of the architectural heritage, prevention means a continuous and innovative monitoring. The research recently activity, places at the base the digitalization of content is therefore the principle underpinning these new models. However, especially today, digital content needs to be structured and be easy to explore in order to reach a larger number of stakeholders by means Building a *user-friendly* database through the collection, classification, and digitalization of documentation held in the State Archives and in the local authority archives (such as Superintendencies), in the University and as well as project data coming from freelance professionals. From this fact finding phase, we move to a diagnostic phase, where the use of BIM in the Cultural Heritage (HBIM) can develop its potential in terms of monitoring through the acquisition (through sensors) of real-time parameters such as performance data about the installations, in order to detect malfunctions or faults; or the in-situ measurement variables in the boundary conditions and data on diseases, instabilities, failures, etc.. Such information constantly monitored, will allow the calibration of the BIM simulation models on which the design choices of restoration or maintenance operations will be configured. Through the construction of a 3D model, a further Smart qualities result will be the development of a participatory app, designed as a tool for promoting the accessibility and usability of the architectural heritage (“virtual tour”), and developing a broader “digital culture” of the cultural heritage, in order to keep contemporary users up-to-date, as well as to prepare and support future generations.

Keywords: patrimonio costruito; prevenzione e manutenzione programmata; tecnologie Smart; durabilità e sostenibilità degli interventi.

1. Introduzione

Definendo il Patrimonio Costruito come “testimonianza di civiltà e epoche passate”, il tema della Conservazione di tale eredità culturale ed architettonica oggi richiede lo sviluppo di strategie di protezione preventive sempre più innovative, efficaci, di lunga durata e sostenibili economicamente. In particolare nonostante esista una legislazione che prevede la programmazione della manutenzione in un’ottica di

prevenzione del degrado e di riduzione dei costi di intervento, ad oggi non esistono strumenti a supporto decisionale, utili nella programmazione periodica degli interventi da realizzare.

L'interesse scientifico della ricerca appena avviata mira all'utilizzo di metodologie e tecnologie che integrino aspetti della tradizione ed aspetti dell'innovazione tecnica contemporanea per redigere il più corretto progetto di recupero e garantire un adeguato stato di conservazione attraverso un approccio ed una completa conoscenza del bene, operando secondo una "strategia preventiva e programmata" di interventi conservativi e manutentivi per garantire coerenza e continuità nella sopravvivenza del bene architettonico stesso.

Obiettivo della ricerca è quello di costruire un processo di innovazione per la sicurezza, conservazione e monitoraggio del Patrimonio Culturale costruito, mirando alla capacità "smart" che tale sistema intrinsecamente possiede.

Gli orientamenti internazionali prevalenti suggeriscono che una vera azione di contrasto ai rischi deve necessariamente includere il dispiegarsi di una fase di "prevenzione" e di una strategia di *post-disaster management*, con il supporto di affidabili e avanzate tecnologie.

A tale fine non si può prescindere dalla conoscenza del contesto territoriale, ambientale, urbano ed umano, analizzati nelle loro reciproche dinamiche spaziali e temporali e nei loro effetti in termini di rischio.

2. Stato dell'arte

Per comprendere e valutare l'impatto di tutti i fattori ambientali, naturali e artificiali che agiscono congiuntamente sul Patrimonio Culturale è necessario ed opportuno misurare i valori e le variazioni nel tempo dei diversi parametri coinvolti, cioè procedere a quello che è tradizionalmente noto come "monitoraggio".

La scelta di eseguire un monitoraggio deve basarsi su una necessaria analisi a priori circa le patologie dell'oggetto da indagare, ma anche di quelle che sono le condizioni al contorno del bene in modo da valutarne opportunamente l'interazione con l'ambiente.

L'importanza dell'utilizzo delle metodologie *smart* di monitoraggio prende forza dalla considerazione che tutti i sistemi, anche quelli edilizi, hanno un tempo di risposta entro cui è possibile ripristinare le condizioni di stato rispetto alla sollecitazione che li hanno perturbati, senza subire compromissioni definitive; ma il tempo di risposta deve essere inferiore al tempo di sollecitazione o di minaccia, altrimenti le variazioni che avvengono tendono a produrre azioni di degrado difficilmente reversibili.

Attività che cerca di trovare risposta a tale esigenza è il progetto Monster-Monitoraggio Strutturale di Edifici Storici con Tecnologie Wireless e Strumenti di Calcolo Innovativi, condotto da Cnr-Isti nel biennio 2014-2016. I laboratori di ricerca coinvolti sono stati il Wireless Networks (rif. Erina Ferro) e il Mechanics of Materials and Structures (rif. Cristina Padovani). Nel corso del progetto si sono

studiate e sviluppate metodologie di monitoraggio di costruzioni murarie antiche basate su reti di sensori wireless, realizzate a basso costo. Destinatari del progetto sono gli enti preposti alla salvaguardia del patrimonio architettonico.

Nel progetto MONSTER è stata indagata la possibilità di utilizzare strumentazione a basso costo, in particolare accelerometri simili per prestazioni a quelli impiegati negli smartphone. Questa scelta, abbassando notevolmente i costi del sistema di monitoraggio (costo hardware, installazione, manutenzione, etc.), agevola la realizzazione di campagne di misura di lungo periodo e consente l'utilizzo di un numero elevato di sensori, la raccolta di una grande quantità di informazioni sulla struttura e una mappatura accurata dei suoi movimenti. L'impiego di reti wireless può consentire, inoltre, la configurazione ed il controllo del funzionamento della rete da remoto, abbassando i costi di manutenzione.

Ulteriore attività analizzata è rappresentata dagli esiti dell'attività di ricerca e di sviluppo tecnologico svolte nell'ambito del Progetto PRO_CULT (a cura dell'IBAM), acronimo di Metodologie e Tecnologie Avanzate per le Protezione e Sicurezza del Patrimonio Culturale. L'idea fondamentale del Progetto è stata quella di affrontare la valutazione dei rischi naturali ed antropici minaccianti l'Eredità Culturale attraverso un approccio sistematico, basato sullo sviluppo di tecnologie ICT e l'ausilio di procedure operative scalabili in contesti culturali e geografici differenti.

L'obiettivo di PRO_CULT, è stato quello di contribuire a creare un'economia della conoscenza, che sarà sempre più il principio fondante delle future azioni e strategie politiche su Beni Culturali, sia in ambito nazionale che nel contesto europeo.

Oggi è facilmente riscontrabile quanto i nuovi strumenti multimediali siano i protagonisti di uno spostamento verso rinnovati modelli di comunicazione della conoscenza che mirano ad una completa apertura ed accessibilità dell'offerta culturale.

Attività da sottolineare, che mira a tale innovativa digitalizzazione dei contenuti per la trasmissione e la condivisione dei saperi, è la Scuola a Rete in Digital Cultural Heritage, Arts and Humanities che aggrega oltre cinquanta organizzazioni tra università, enti di ricerca, scuole, istituti tecnici superiori, istituti di cultura, associazioni e imprese pubbliche e private, con l'obiettivo comune di far nascere un "campus diffuso" in grado di attivare l'elaborazione di un'offerta formativa coordinata con il sistema nazionale per costruire il complesso delle competenze digitali indispensabile al confronto sempre più articolato ed eterogeneo con la *smart society*, nel quadro di un modello scalabile a livello europeo.

Altra attività interessante, sostenuta dal Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo, Segretariato Generale Beni Culturali, che ha sottoscritto con l'ASS.I.R.C.CO. (Associazione Italiana Recupero e Consolidamento Costruzioni) un Protocollo d'Intesa per la informatizzazione e la diffusione di rilievi e progetti per il recupero dei beni architettonici, con il fine di implementare o contribuire a formare un archivio ragionato sulle condizioni del nostro Patrimonio Culturale e coinvolgere professionalmente quindi, giovani professionisti laureati negli interventi che risultassero necessari.

Lo strumento di conoscenza per la creazione dell'archivio, sono le tesi, sia dei Corsi di Laurea, così come di Dottorato, Specializzazione e Master nelle discipline di Rilievo, Diagnostica, Storia dell'Architettura, Restauro, Consolidamento e Recupero dei Beni Architettonici, Ingegneria strutturale, Antisismica.

L'archiviazione di questo materiale è una risorsa molto importante che avvia un circolo virtuoso in cui vengono valorizzati tutti i ruoli interessati: Studenti, Ministero, Università e Associazionismo, con soddisfazione del cittadino, utilizzatore finale.

Con riferimento all'ambito puramente tecnico-digitale, nonostante la diffusa adozione di Building Information Modeling (BIM) per la progettazione e la gestione del ciclo di vita degli edifici di nuova costruzione, l'attività di ricerca intrapresa per esplorare il valore di BIM nella gestione di edifici storici e paesaggi culturali non ha raggiunto, oggi, una sua definizione condivisa e verificata. A tal fine, sono in corso studi per la costruzione di BIM che incorporano sia le attività quantitative (oggetti intelligenti, dati sulle prestazioni) e attività qualitative (fotografie storiche, storie orali, musica). Inoltre, i modelli tridimensionali generati in tale sistema, utilizzano le capacità del software BIM per fornire una linea temporale navigabile, che racconta i cambiamenti materiali e immateriali del passato e proiezioni verso il futuro. In tale ambito, si discute del ruolo più ampio ed innovativo per il BIM nella documentazione e conservazione dei beni architettonici.

3. Il progetto di ricerca: fasi, obiettivi e metodologie

L'attività di ricerca che si intende svolgere è mirata a definire le modalità e le strategie innovative del processo manutentivo ponendo l'attenzione sulla capacità *smart* che tale sistema presenta.

Considerando e analizzando lo stato dell'arte dell'ambito di riferimento sono state definite differenti fasi procedurali da sviluppare con specifiche modalità.

La *fase conoscitiva*, propedeutica in un processo di recupero, permetterà la definizione delle caratteristiche, delle problematiche e della potenzialità di ciascuna delle fasi successive che derivano da un progetto di recupero redatto mediante l'utilizzo di materiali, tecnologie innovative e metodologie *smart*.

In tale fase si intendono realizzare azioni ed interventi per la gestione delle risorse disponibili e per le politiche culturali mediante lo sviluppo di una piattaforma tecnologica di programmazione degli interventi preventivi di manutenzione.

Quanto descritto precedentemente sarà realizzato mediante acquisizione di una visione quanto più possibile completa dello stato conservativo del bene, indispensabile per eseguire correttamente la manutenzione, ma soprattutto per agire in un'ottica preventiva, ottimizzando i costi degli interventi in funzione del minimo rischio a cui è sottoposto il bene, modellizzando queste informazioni e individuando dei parametri oggettivi che descrivano la velocità di degrado dei beni sottoposti ad osservazione ed intervento. Tale obiettivo troverà applicazione mediante la

realizzazione di un *database* costruito tramite la digitalizzazione della documentazione raccolta e catalogata, disponibile negli Archivi di Stato, negli Archivi delle Soprintendenze e grazie ai progetti dei liberi professionisti.

L'implementazione ed il continuo aggiornamento di tale innovativo strumento di conoscenza avverrà tramite raccolta, catalogazione e digitalizzazione della preziosa ed oggi unica documentazione nei vari enti ma, considerata la varietà di visioni e ambiti interessati, è possibile prevedere l'ampliamento ed il consolidamento di relazioni con tutte le fondamentali discipline come l'archeologia, l'idrologia, la geologia ecc., aventi come interessi comuni il recupero, la valorizzazione, la salvaguardia, la sicurezza e la prevenzione dei rischi.

La *fase diagnostica* successiva, mira alla redazione e la pianificazione di un programma di manutenzione inteso come gestione, analisi e verifica di tutti i dati acquisiti, in modo che sia garantita la raccolta delle informazioni sulle condizioni sia del manufatto in esame sia del contesto ambientale di riferimento, dalla sua edificazione comprendendo tutte le fasi trasformative e manutentive successive.

L'obiettivo della fase di diagnosi, da svolgersi con il supporto della metodologia HBIM (Heritage BIM), è quello di circoscrivere nel tempo e nello spazio un determinato fenomeno di degrado, di misurarlo al fine di individuare le azioni giuste per le attività di manutenzione e di recupero. L'obiettivo finale è definire su quali ambiti sarà opportuno investigare per usufruire compiutamente delle possibilità del BIM per gli edifici esistenti e potenziare il tradizionale processo di acquisizione della conoscenza attraverso le Information & Communication Technologies (ICT).

La metodologia da utilizzare vede la combinazione dei sistemi di monitoraggio con la metodologia BIM concretizzano l'idea di un edificio strumentato e digitalizzato da un modello tridimensionale, in grado di automatizzare i dispositivi di registrazione delle operazioni attivate dai sensori. Le applicazioni di monitoraggio integrate nel BIM riguarderanno ad esempio, l'acquisizione in tempo reale di dati prestazionali inerenti gli impianti, in modo da rilevare disfunzioni o guasti; la misurazione in situ in condizioni al contorno variabili (clima, esigenze degli utenti, sistema tecnico da controllare) e la misurazione delle ampiezze di fessurazioni in progressione o di cedimenti in corso attraverso estensimetri (monitoraggio strutturale) ecc.

Fase partecipativa. In tale ambito una delle principali sfide scientifiche da affrontare è la messa a punto di nuove metodologie per l'analisi e l'integrazione di dati acquisiti da sensori multiplatforma e con diversa risoluzione spaziale e temporale che consentono, grazie alla multidisciplinarietà dell'ambito, di affrontare in modo innovativo lo studio di processi ambientali di notevole complessità.

Tale originale ed innovativo approccio verrà utilizzato per rispondere alle esigenze ed ai bisogni del territorio, dei tecnici, degli operatori e dei fruitori in un'ottica di gestione e valorizzazione delle risorse naturali con la volontà di portare il recupero ed il restauro a conquistare un ruolo partecipativo nella comunità.

Tale filosofia partecipativa, propria dell'ambito architettonico, punta alla condivisione intelligente dei saperi tra tecnici, imprese, istituzioni della pubblica amministrazione e autorità locali e, allo stesso tempo, rende accessibili i dati e le varie fasi progettuali all'utenza comune o a ricercatori del settore. La condivisione

intelligente del progetto deve avvenire mediante l'innovazione negli strumenti di monitoraggio e gestione del territorio, esistenti e da progettare, attraverso integrazione di dati rilevati da tecnologie diverse (ICT, sensori, telerilevamento) utilizzando la rete e le nuove potenzialità offerte dalle tecnologie di navigazione e telecomunicazione satellitari, dal cloud-computing ai web-sensors.

Per la fase partecipativa, l'obiettivo si identifica nello sviluppo di una piattaforma multimediale accessibile ad ogni tipo di utente (prevedendo un'area riservata ai professionisti ed ai tecnici) in grado di scambiare informazioni eterogenee, implementando sistemi già noti (come Google Earth) per la gestione del patrimonio digitale in un'ottica economico-sociale di promozione e diffusione della cultura e dell'arte, anche connesse al turismo.

L'approccio partecipativo a tale innovativo processo progettuale, viene garantito tramite la dotazione di un modello di dati unificato, basato su una struttura ontologica, dedicata soprattutto a tecnici e professionisti, indispensabile per eseguire correttamente gli interventi di conservazione e per agire in un'ottica preventiva. Sarà realizzata a livello prototipale, con lo sviluppo di una applicazione per smartphone e tablet, utilizzando come base geografica di riferimento Google Earth, contenente dati ed informazioni innovative, prodotte per una pianificazione dinamica di conoscenza e visita dei luoghi mediante rappresentazioni tridimensionali fotorealistiche interattive, esplorabili in tempo reale e, quindi, rendendo tali Beni accessibili anche dove non è possibile rispettare i principi del Design for All.

4. Casi studio

L'attività fin qui presentata è parte di una ricerca più generale in corso (*HE MAIN – Heritage Maintenance Innovation, “Innovazione di prodotto e di processo per una manutenzione, conservazione e restauro sostenibile e programmato del patrimonio culturale” SNC_00520*) finalizzata ad identificare, rilevare, catalogare ed interpretare il patrimonio storico-architettonico al fine di una gestione coordinata e controllata dei processi di degrado e conservazione. Tale attività, estesa a tutto il patrimonio storico nazionale, sarà inizialmente validata nella città di Matera, Patrimonio Mondiale UNESCO dal 1993 e Capitale Europea della Cultura 2019, attraverso tre architetture ecclesiastiche utilizzate come casi pilota per realizzare ed implementare un protocollo ed una metodologia unitaria per salvaguardare e mantenere la testimonianza dell'eredità del costruito.

Le tre chiese in oggetto sono la chiesa di “San Francesco d'Assisi”, la chiesa rupestre di “San Pietro Barisano” e la chiesa rupestre di “Santa Lucia alle Malve”; la scelta è stata condotta dalla volontà di intervenire e interpretare le due differenti ma contestuali nature della tradizione architettonica di un simile contesto: costruita e scavata (fig. 1).

La chiesa rupestre di Santa Lucia alle Malve, è il primo insediamento monastico femminile dell'Ordine benedettino, risalente all'VIII secolo, ed il più importante

nella storia della città di Matera essendo una delle più rilevanti testimonianze di architettura rupestre, e quindi scavata, del Sasso Caveoso.

Una comunità che attraverso le sue tre successive sedi monacali di Santa Lucia alle Malve, di Santa Lucia alla Civita e Santa Lucia al Piano è stata parte integrante della vita di Matera seguendone lo sviluppo storico-urbanistico nel corso di un millennio.

Il fronte esterno dell'ex complesso monastico si sviluppa lungo la parete rocciosa con una serie di accessi che immettono in altrettante cavità interne.

L'interno della chiesa è a tre navate separate da pilastri. La navata di destra è quella ancora aperta al culto, ed ancora oggi qui si celebra la ricorrenza della santa il 13 dicembre. Le altre due navate erano state adibite ad abitazione. Le navate sono riccamente arricchite da affreschi risalenti al XII secolo tra cui, tra i quali la Madonna del latte e San Michele Arcangelo.

Al di sopra della chiesa è situata una necropoli con tombe nella roccia.

La chiesa di San Francesco d'Assisi, posta in prossimità della principale piazza Vittorio Veneto, rientra in quel perimetro urbano definito come città del Piano che consideriamo città costruita. Il manufatto si presenta con una ampia e regolare facciata barocca, risalente al XVIII secolo, pur essendo originaria del duecento, in quanto fu varie volte modificata fino a raggiungere l'aspetto attuale.

Infine, la Chiesa di San Pietro Barisano è un perfetto esempio della tipica struttura architettonica dei Sassi: ha una facciata costruita in pietra calcarenitica, localmente chiamata tufo, ma l'interno è quasi completamente scavato. La chiesa risale all'anno mille ed era conosciuta come San Pietro in Veteribus, ma la facciata che ci si presenta oggi risale al 1755, come mostra un'iscrizione su di essa, anno in cui la chiesa fu ristrutturata e in parte modificata.

L'interno è formato da tre navate divise da imponenti pilastri scavati che sorreggono archi a tutto sesto, e consta di sei altari anch'essi scavati nel tufo. L'altare maggiore è settecentesco ed è di legno dorato.

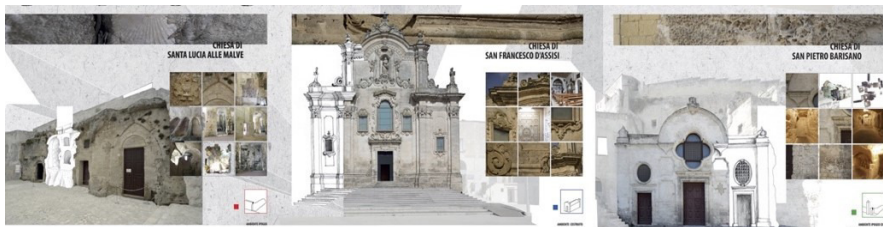


Fig. 1. I tre edifici ecclesiastici. Casi studio del progetto.

È stata avviata la campagna di rilievo con tecnica di rilevamento tridimensionale tramite laser scanner così da poter ottenere l'acquisizione autonoma di milioni di punti 3D in brevissimo tempo e con qualità molto maggiore rispetto al classico rilievo materico; parallelamente sono state eseguite puntuali termovisioni attraverso termocamera quale mezzo di diagnosi non distruttiva per verificare e rilevare

fenomeni di umidità, elementi architettonici nascosti, individuare distacchi negli intonaci e indagare la parte strutturale dell'edificio.

Di seguito sono riportate alcune restituzioni dei rilievi effettuati su due dei siti interessati: la chiesa di Santa Lucia alle Malve e la chiesa di San Pietro Barisano (fig. 2).

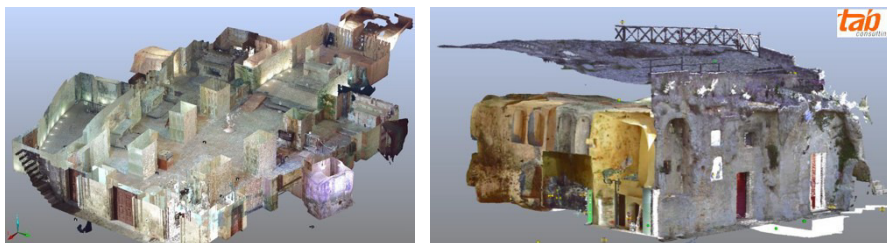


Fig. 2. Nuvola di punti della chiesa di San Pietro Barisano (sx) e Santa Lucia alle Malve (dx)

5. Risultati attesi

Il risultato finale della ricerca sarà quello di formulare un modello di ITC dal quale risulti la frequenza ottimale di manutenzione di un'opera d'arte in funzione del suo degrado (misurata attraverso indicatori correlati alla natura del materiale e alle condizioni ambientali interne ed esterne, monitorate in continuo con una rete di sensori), dei costi di manutenzione, delle risorse finanziarie disponibili e della durabilità dell'intervento realizzato.

Ulteriore risultato della ricerca sarà, quindi, la realizzazione di una piattaforma tecnologica composta da una rete di sensori, strumentazioni di misure in situ ed ex situ, un sistema di "data storage" ed elaborazione dei dati utile alla programmazione delle attività di manutenzione e gestione degli interventi.

Inoltre, si intende ideare nell'ottica del "Adaptable Design" una procedura unificata di integrazione sia nella forma che nella tecnica di tali strumenti di rilevazione e monitoraggio (sensori, ecc.) all'interno dell'architettura su cui si interviene.

Altro risultato atteso, prevede lo sviluppo di un'App partecipativa, concepita come uno strumento per promuovere l'accessibilità e la fruibilità dei contenuti culturali digitali di un bene, itinerario o percorso culturale da presentare come "visita virtuale", e per sviluppare una 'cultura del digitale' ad ampio spettro dell'eredità culturale, sia per aggiornare l'utenza contemporanea, sia per preparare ed essere di supporto alle future generazioni.

Tale applicazione conseguentemente ha una pluralità di destinatari, essendo rivolta da un lato alle autorità ministeriali locali, come strumento per la raccolta dei dati sensibili utili nella gestione di emergenze e programmazione di interventi manutentivi, dall'altro a coloro che, svolgendo un lavoro di ricerca, possono

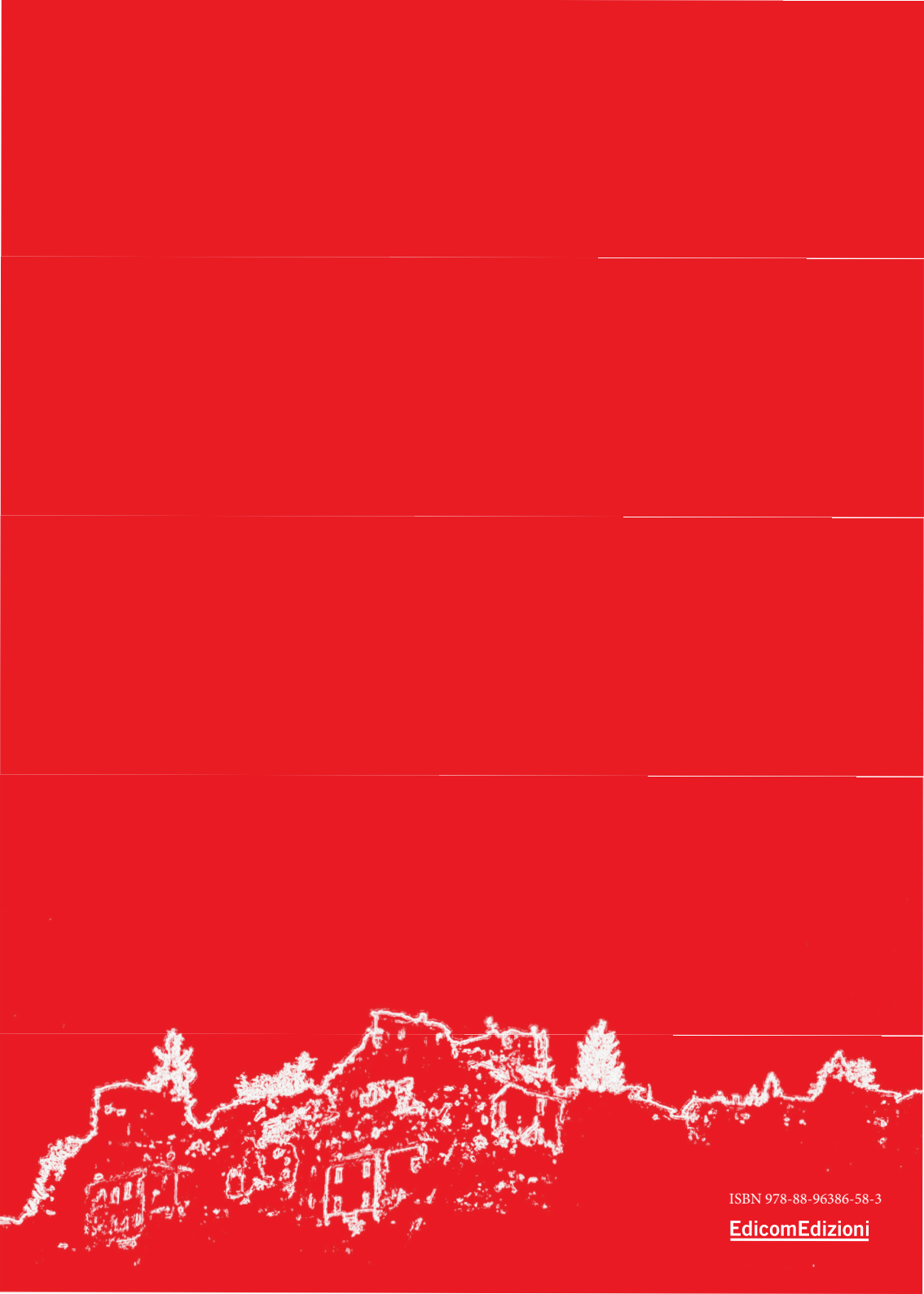
utilizzarla come un innovativo strumento di conoscenza, definibile come input rispetto alla menzionata raccolta di dati propria delle autorità ministeriali (output).

Si aggiunge la possibilità di utilizzo dell'applicazione anche nei casi, purtroppo ormai ricorrenti, di distruzione e perdita totale di patrimoni architettonici e monumentali a causa di eventi naturali; ciò consentirà una rapida e completa ricognizione per la ricostruzione o memoria del bene andato distrutto.

Allo stesso modo, tra gli ulteriori utenti dell'applicazione, possono individuarsi tecnici progettisti, in quanto la stessa può costituire uno strumento di base per la progettazione dei lavori, oltre all'utenza definibile come "comune" che potrà utilizzarla più semplicemente come aiuto nel quotidiano turismo culturale potendo visitare ed esplorare queste architetture in tempo reale mediante modalità di rappresentazione tridimensionali fotorealistiche interattive.

Bibliografia

1. The Federal Government (2014) *The new High-Tech Strategy Innovations for Germany*, BMB, Germany
2. Guida A, Pagliuca A, Tranquillino Minerva A (2012) A "Non-Invasive" Technique for Qualifying the Reinforced Concrete Structure, Hindawi Publishing Corporation, *International Journal of Geophysics*, vol. 2012, Article ID 659612, 9 pages
3. Guida A, Pagliuca A (2012) Static Requirement and Type's Complexity in the Diagnostic Phase, *Journal of Civil Engineering and Architecture*, Vol. 6, Number 4, April 2012 (serial Number 53), ISSN 1934-7359, pp.489-495, USA, David Publishing Company
4. Eastman C, Teicholz P, Sacks R, Liston K (2011) *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*, 2nd Edition. New Jersey: Wiley, Hoboken
5. Guida A, Dimitrijevic B, Pagliuca A (2011) Reinforced Concrete Condition Assessment in Architectural Heritage. *The Lion Chambers (Glasgow, UK) and the Theatre E. Duni (Matera, Italy)*, Ed. CUES - Italy
6. Guida A, Masini N, Persico R, Pagliuca A (2008) A multifrequency and multisensor approach for the study and the restoration of monuments: the case of the Cathedral of Matera, in "Advances in Geosciences (ADGEO)", Managing Editor: Arne Richter, Adv. Geosci., vol.18, 1-6
7. Di Biase C (2003) *Il restauro e i monumenti. Materiali per la storia del restauro*", CLUP, Milano
8. Gizzi F.T., Masini N (2015) *Salvaguardia, Conservazione e Sicurezza del Patrimonio Culturale*, Zaccara Editore, Lagonegro (PZ) ISBN:978-88-995-2000-7
9. Guida A, Pagliuca A, Porcari V.D. (2016) *Approccio metodologico per la conoscenza delle apparecchiature murarie in Architetture storiche. Il caso di Palazzo Zicari di Matera*, - IV Convegno Internazionale ReUSO, Pavia - Italia, ISBN:978-88-7970-810-4



ISBN 978-88-96386-58-3

EdicomEdizioni