

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
COMPORAMENTO 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 (includendo 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

Architettura in terra cruda: problematiche di dissesto. Il caso della Basilicata

Earthen architecture: stability problems. The case of Basilicata

Nicola Masini*, Giovanna Forlenza**, Antonella Guida***

* CNR-IBAM, Tito Scalo (PZ), mail: n.masini@ibam.cnr.it

** Ingegnere Edile, Libero Professionista, Modena, mail: g.forlenza@projectdesignsrl.com

*** Università della Basilicata, DICEM, Matera, c.so Umberto I, 32, 85100 Potenza, mail: antonella.guida@unibas.it

Abstract La salvaguardia del patrimonio costruito in terra cruda non può prescindere dallo studio delle diverse culture costruttive regionali, con un approccio basato sull'analisi e catalogazione delle tecniche costruttive e delle patologie di degrado. In Basilicata le prime testimonianze di architettura in terra cruda risalgono al IV sec. a.C.. In particolare è documentato l'impiego delle tecniche del pisè e dell'adobe. Ricerche finalizzate allo studio storico-costruttivo-tipologico dell'edilizia storica in adobe del Sud-Sudest della Basilicata hanno evidenziato un'articolata cultura costruttiva ma anche una fragilità legata all'abbandono e alla mancanza di manutenzione. L'articolo focalizza l'attenzione sulle problematiche conservative con particolare riferimento ai dissesti strutturali. L'area indagata è la bassa valle del Sinni, dove l'argilla della Formazione del bacino di Sant'Arcangelo è estratta da almeno due secoli per costruire edifici, a uno o due piani, a uso rurale e residenziale. Il survey condotto su un campione di circa quaranta edifici ha messo in evidenza le principali cause di dissesto quali le azioni sismiche, i quadri umidi, i cedimenti fondali, la scarsa qualità del materiale e la poca cura nella formazione dell'impasto per la realizzazione dei mattoni. Lo studio è stato concepito per fornire la base informativa per eventuali proposte di intervento conservativo e restaurativo nell'ambito di progetti di recupero e riqualificazione urbana e paesaggistica

Abstract For the preservation of earthen architecture it is crucial the study of different regional building cultures, with an approach based on the analysis and cataloging of the building techniques and the degradation diseases. In Basilicata the first evidence of earthen architecture date from the 4th century. B.C., during which the use of pisè and adobe techniques are documented. In particular, it documented

the use of rammed earth and adobe techniques. Research on the historical and constructive-typological aspects of buildings in adobe conducted in south and southeast of Basilicata showed an articulate constructive culture but also a fragility linked to abandonment and lack of earthen built heritage. This article is focused on the conservation problems with particular reference to structural instability. The study area is the low valley of Sinni river where the clay of the St Arcangelo Basin Formation is extracted by at least two centuries to build one to two storey rural and residential buildings. The survey conducted on about 40 buildings has highlighted the main causes of instability such as seismic loads, humidity, foundation subsidence, the poor quality of the material. The study was conceived to provide the basis for conservation interventions in the context of urban and landscape rehabilitation projects.

Keywords: architettura in terra cruda; patologie di degrado; dissesti; conservazione; patrimonio culturale.

1. Introduzione

L'uomo dall'antichità fino all'inizio dell'era industriale ha costruito le sue abitazioni, ricoveri per animali con i materiali che gli erano più vicini, tra questi la terra cruda seccata al sole. Nel tempo si è sviluppata così una regola del costruire trasmessa oralmente di generazione in generazione, con differenze nei materiali e nelle tecniche costruttive influenzate dalle differenti caratteristiche morfologiche del suolo ma anche del diverso ambito culturale e ambientale di contesto [1]. La sua conoscenza così come la salvaguardia del patrimonio costruito in terra cruda non può prescindere dallo studio delle diverse culture costruttive regionali e delle patologie di degrado. In Basilicata le prime testimonianze di architettura in terra cruda risalgono al IV sec. a.C. [2] In particolare è documentato l'impiego delle tecniche del pisè e dell'adobe. Il pisè è una tecnica basata sulla compressione, strato per strato, della terra con un pestello, all'interno di cassature. L'adobe è il mattone di terra cruda, formato a mano con o senza stampi, senza compressione e lasciato essiccare al sole. La tecnica con adobe è quella più diffusa in età moderna in Basilicata. Recenti ricerche condotte sud-Sudest della Basilicata [3] hanno messo in evidenza un'articolata cultura costruttiva della terra cruda ma anche una fragilità legata all'abbandono e alla mancanza di manutenzione¹. L'articolo focalizza l'attenzione sulle problematiche conservative con particolare riferimento ai dissesti

¹ Diverse tesi di laurea del Corso di laurea in Ingegneria Edile dell'Università della Basilicata sono state dedicate allo studio e la conservazione dell'architettura in terra cruda in Basilicata. Tra di esse si segnalano le tesi di Giovanna Forlenza (coautrice di quest'articolo) dal titolo "Manuale di recupero della terra cruda in Basilicata: patologie di degrado e strategie di intervento" (Relatori Nicola Masini e Domenico Liberatore, A.A. 2006-07) e di Antonio Sileo dal titolo "Architettura in adobe. Materiali, cultura costruttiva e catalogazione degli edifici in terra cruda in Basilicata" (Relatori Nicola Masini e Beniamino Murgante, A.A. 2006-07)

strutturali. L'area indagata è la bassa valle del Sinni dove l'argilla della Formazione del bacino di Sant'Arcangelo viene estratta da almeno due secoli per costruire case a due piani ad uso residenziale o ad un piano ad uso rurale. Sulla base di un campione di circa quaranta manufatti il rilievo e le indagini hanno messo in evidenza le principali cause di dissesto quali le azioni sismiche, i quadri umidi, la scarsa qualità dei materiali e delle tecniche costruttive, fornendo la base informativa per eventuali proposte di intervento conservativo e restaurativo nell'ambito di progetti di recupero e riqualificazione urbana e paesaggistica

2. La cultura costruttiva in terra cruda in Basilicata

La cultura costruttiva della terra cruda in Basilicata ha origini antiche ed è geograficamente collocabile lungo le valli dei quattro fiumi che attraversano la regione e sfociano nello Ionio. Dal punto di vista geomorfologico la Basilicata è caratterizzata da tre grandi unità: l'Appennino, le propaggini occidentali dell'Avampese Apulo e la Fossa Bradanica o Premurgiana; quest'ultima, compresa tra l'altopiano delle Murge ad est e l'Appennino Lucano ad ovest, è il risultato del riempimento avvenuto nel Pliocene e Pleistocene del vasto braccio di mare che metteva in comunicazione l'Adriatico con lo Ionio. La successione stratigrafica di tale area che è data, dal basso verso l'alto, da argille marnose grigio azzurre, sabbie e sabbie argillose, depositi sabbioso-ghiaiosi e conglomerati è tra le ragioni della diffusione della terra cruda nelle valli dei fiumi che attraversano la regione. Infatti, la ricca disponibilità di argille affioranti in quest'area ne ha favorito l'impiego come materiale costruttivo sin dall'antichità.

Nella seconda metà del scorso secolo una campagna di scavi condotta sulla collina di San Bernardo, a pochi chilometri da Vaglio di Basilicata, ha portato alla luce un edificio a pianta rettangolare denominato "casa dei pithoi" [4]. Le indagini eseguite sul manufatto mostrarono che mentre le mura perimetrali rappresentavano la parte più antica risalente al V sec a.c., quelle che ripartivano lo spazio interno in tre stanze erano riconducibili al IV sec. a.C e, sebbene fosse rimasto distinguibile il solo basamento, gli scavi avevano messo in evidenza la presenza di elementi strutturali in mattoni di argilla cruda. Un altro importante ritrovamento è stato fatto nel bosco di Andriace, nei pressi di Montalbano Jonico, tra i fiumi Cavone e Agri, dove è venuta alla luce una rara testimonianza di struttura insediativa rurale con finalità essenzialmente produttiva del III sec. a.C.. nota come "fattoria di Andriace" [5]. Il manufatto presenta pareti intelaiate, composte di assi di legno e mattoni di argilla cruda, appoggiate su bassi muri in ciottoli, conglomerato e frammenti di tegole.

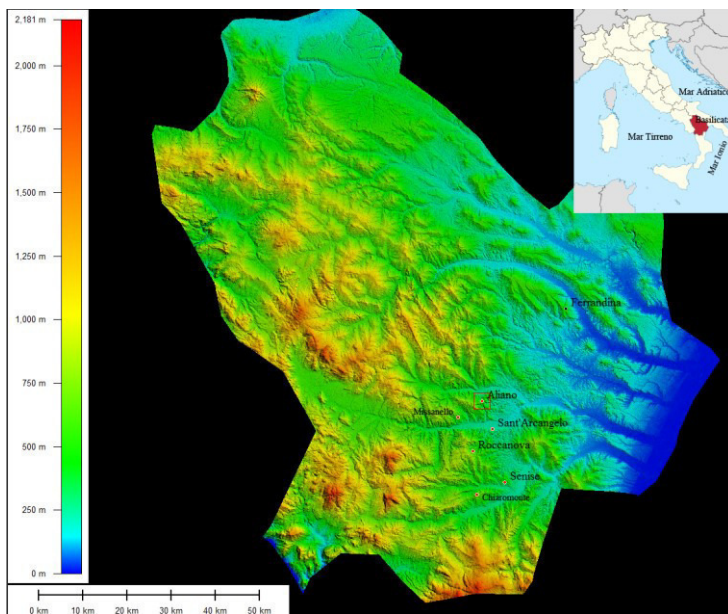


Fig. 1. Area di maggiore diffusione della cultura costruttiva in terra cruda in Basilicata.

In merito all'uso della terra cruda in età moderna il primo studio è di De Grazie [6] da cui si evincono le ragioni della diffusione della terra cruda nel patrimonio costruito rurale ed urbano zona centrale della Basilicata. In particolare un grande impulso alla costruzione delle case rurali in terra cruda si ha agli inizi del XX secolo, quando a causa della svalutazione dei prezzi dei prodotti agricoli e dalla mancanza di manodopera fissa ed avventizia i proprietari terrieri vendono i latifondi in tante piccole particelle fondiarie ai contadini, i quali desiderosi di investire nell'agricoltura, iniziano a costruire con le proprie mani case rurali e ricoveri per bestiame in mattoni di terra cruda o adobe (costituita da argilla e sabbia limosa). Fino al XIX sec. le case rurali in argilla rappresentavano una cospicua porzione del patrimonio costruito della zona centrale della Basilicata, con particolare diffusione in quelle aree in cui il costo del pietrame era elevato a causa della esigua quantità disponibile in loco [6]. Ed è così che la tecnica costruttiva dell'adobe persiste per lungo tempo nei comuni di Aliano, Roccanova, Sant'Arcangelo, Missanello, Senise, Chiaromonte e Ferrandina nel centro sud della Basilicata.

Nella seconda metà del XX sec. la diffusione di materiali costruttivi realizzati con processi industrializzati, una rinnovata idea di comfort abitativo, la realizzazione di imponenti opere quali la diga di Monte Cotugno, i gravi danni subiti da queste strutture a seguito dell'evento sismico del 1980 e i fondi stanziati con la Legge 219/81 per la ricostruzione post sisma comportarono la perdita di una cospicua parte del patrimonio in terra cruda regionale e un progressivo abbandono delle vecchie tecniche costruttive.

Ad oggi il patrimonio in terra cruda superstite è classificabile in due tipologie [3]:

- edifici rurali adibiti a ricovero di bestiame, di attrezzi o a rifugio giornaliero dei contadini durante i periodi di semina e raccolta;
- edifici di maggiori dimensioni costruiti all'interno del centro urbano destinati ad uso abitativo.

I primi erano destinati a rifugio giornaliero per i lavoratori che, coltivando il fondo nel quale la piccola casa sorgeva, vi rimanevano fino a sera, per fare poi ritorno alla propria abitazione in paese, in particolare nei periodi della semina e del raccolto, tra aprile ed ottobre. I ripari sopravvissuti all'ingiuria del tempo e degli agenti atmosferici si trovano nell'agro di Senise, Aliano, Roccanova e Chiaromonte. Essi presentano una fondazione poco profonda (tra i 50 e i 70 cm) che emerge dal terreno per un'altezza compresa fra i 25 ed i 50 cm, formando il basamento del manufatto.

Sia la fondazione che il basamento sono realizzati con ciottoli di fiume disposti disordinatamente e intervallati da filari di frammenti di laterizio o qualche coppo in argilla, tenuti assieme da una malta a base di calce aerea. I mattoni crudi poggiano direttamente sul basamento e sono disposti uno accanto all'altro in filari regolari ed opportunamente sfalsati, in modo da formare un muro dello spessore di 40 cm. Le commessure fra un mattone e l'altro sono realizzate con un impasto a base di argilla o più raramente a base di calce aerea dello spessore variabile fra 1 e 2 cm. Il rifugio si sviluppa su un solo livello e si compone di un unico ambiente di forma rettangolare al quale si accede attraverso una porta in legno a uno o due battenti verticali. Al livello del pavimento, realizzato con un battuto di terra o con pietra di fiume, si trova il focolare costruito interamente in cotto. In cotto sono anche gli stipiti delle porte e delle finestre, mentre gli architravi sono realizzati in legno di spessore variabile a seconda della luce della porta o della finestra. La copertura è generalmente a due falde ed è realizzata con travi in legno sormontate da un'incannucciata ricoperta da un sottile strato di terra sul quale poggiano i coppi in argilla.

Le case in adobe edificate all'interno del tessuto urbano si trovano ai margini del centro storico. Se ne distinguono due tipologie: i) a due livelli, entrambi ad uso abitativo, con scala interna; ii) ed a due livelli di cui uno seminterrato, entrambi ad uso abitativo, privi di collegamenti verticali interni e con accesso per ogni livello direttamente dalla strada. Il basamento è in pietra di fiume, disposta in filari più o meno regolari e giuntati con malta di calce, di altezza variabile tra i 60 e i 180 cm. I solai di piano sono realizzati con travi di legno sormontate da un tavolato, sul quale è disposto uno strato di cretonato ed un pavimento realizzato con piastrelle in cotto. Il solaio di copertura è del tutto simile a quello dei ricoveri. La muratura è realizzata in mattoni crudi disposti in filari regolari, giuntati con una malta a base d'argilla o di calce; nella parte sommitale è disposto un filare di piastrelle sul quale poggiano le tegole in cotto. Gli stipiti delle porte e delle finestre sono tutti realizzati in laterizio e sono emergenti rispetto al piano del paramento murario, presumibilmente per consentire l'ancoraggio di una fodera di protezione in mattoni cotti disposti in foglio, ancora visibile in alcuni edifici nel territorio di Senise.

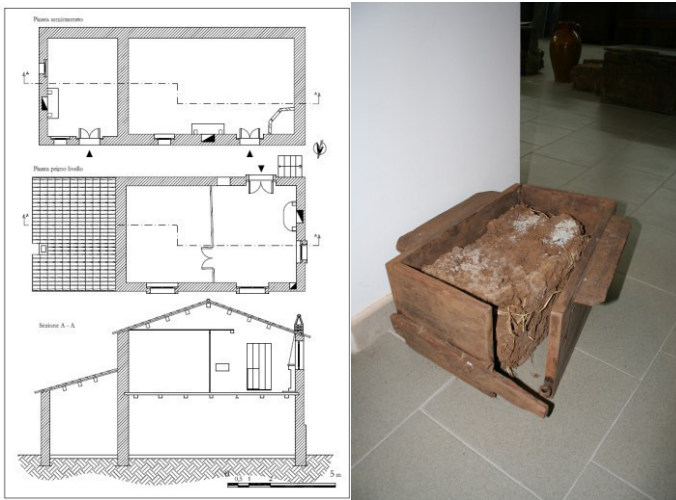


Fig. 2. Sx: Pianta e sezione di edificio in adobe nel comune di Senise (PZ). Dx: Forma di adobe (ciuccio) utilizzata nel comune di Senise, custodita presso il Museo Etnografico del Senise. Fonte: archivio privato Sileo Antonio - Forlenza Giovanna.

La formazione degli adobe, denominati ‘ciuci’ in dialetto locale, avveniva in estate col materiale ricavato dallo scavo della fondazione della casa da costruire oppure con una particolare “terra rossa” (fonti orali) tipica della zona, che veniva prelevata e trasportata a dorso di mulo fino al luogo ove si sarebbe realizzato l’impasto. In prossimità dello scavo della fondazione si depositava della terra sulla quale veniva stesa paglia essiccata e tagliata della lunghezza di circa 15cm. La proporzione fra i due elementi era di 2 kg di paglia per circa 2 quintali di terra. Per non sbagliare si usano due contenitori di legno, il ‘varlacchione’ capace di contenere 40.50 kg di terra, e una gerla realizzata con dello spago intrecciato della capacità di 2 chili di paglia. Quattro “varlacchioni” di terra venivano dunque mescolati con una gerla di paglia. Si mescolava l’impasto asciutto con una vanga o lo si pestava con i piedi e subito dopo si iniziava ad aggiungere tanta acqua quanto fosse necessaria per dare al materiale una consistenza plastica; successivamente lo si faceva riposare per qualche ora prima di passare alla sua messa in forma. La modellazione del blocco avveniva colando l’impasto all’interno di forme parallelepipedo in legno. Un uomo esperto lo comprimeva energicamente all’interno della forma, lo livellava in superficie con un bastone in legno e ne lisciava la superficie con le mani bagnate. Successivamente lo sfilava con cura dalla forma e passava alla modellazione del mattone successivo, lavando preventivamente la superficie interna dello stampo per facilitare il distacco del mattone; si procedeva così fino ad esaurimento dell’impasto. I mattoni venivano disposti su un’area spianata, in file parallele a poca distanza gli uni dagli altri e lasciati ad asciugare al sole sul piazzale per un’intera giornata. L’indomani o si ponevano direttamente in opera o si accatastavano formando una pila dell’altezza di 1÷1,5 m, in attesa che iniziasse la costruzione della struttura.

In Basilicata non si costruisce più in terra cruda da circa di 70 anni, e tutte le dimore individuate hanno subito le conseguenze dell'evoluzione della società e della comparsa di nuove abitudini che, nel tempo, hanno prodotto la rottura dei legami fra l'uomo ed il suo ambiente sociale e naturale. Seguendo questo processo, i nuovi materiali hanno sostituito i vecchi portando pian piano all'abbandono delle antiche tecniche costruttive in terra e nella maggior parte dei casi alla perdita del sapere costruttivo ad esse associato. Le poche case superstiti in terra, non più abitate dalla seconda metà del secolo scorso, versano o in uno stato di completo abbandono, o sono usate come depositi di attrezzi, o come ricovero per animali. Eventi sismici tra gli anni '80 e '90 e l'esposizione agli agenti atmosferici hanno causato la perdita di molti manufatti in terra cruda, il collasso parziale e diffusi danni alle strutture e le coperture degli altri edifici su cui si rende necessario intervenire sulla base di un rilievo analitico dei quadri lesionativi e l'analisi dei meccanismi di dissesto strutturale.

3. Degrado e dissesti: generalità e note sul comportamento meccanico

I rilievi e le indagini svolte sul patrimonio costruito in terra cruda nel sud della Basilicata ha evidenziato un quadro diffuso di problematiche di dissesto strutturale dovuto a molteplici fattori di tipo esogeno, quali su tutti gli eventi sismici e gli agenti atmosferici, o difetti strutturali. A quest'ultimo riguardo la stabilità di un manufatto in adobe pare fortemente influenzata dai seguenti fattori, quali: i) la composizione del materiale costruttivo, ii) l'esistenza di collegamenti più o meno efficaci tra chiusure verticali e cordoli, tra chiusure verticali e strutture orizzontali di piano o di copertura; iii) la distribuzione dei carichi sulle pareti portanti; iv) le condizioni alla base dei muri.

Riguardo agli aspetti legati alle caratteristiche costruttive degli adobe un studio effettuato dall'Università della Basilicata e dal CNR IBAM nel 2005 [7] su alcuni edifici in terra cruda ad Aliano, a 19 km da Senise, e basato sull'uso di metodi di indagine distruttiva, micro distruttiva (test penetrometri) e non distruttiva (indagini soniche) ha evidenziato la grande influenza delle fibre vegetali sulle caratteristiche di resistenza a taglio e a trazione. Minore è tale influenza sulle caratteristiche di resistenza a compressione.

Il peso degli altri fattori (ii, iii, iv) sull'entità e il meccanismo di danno è complesso e varia al variare delle tipologie di dissesto, di seguito, elencate e discusse.

Le stesse indagini [7] sono le uniche a disposizione che consentono di avere qualche dato sul comportamento meccanico delle murature in adobe del sud della Basilicata. In particolare le prove di flessione effettuate su due campioni presso il Laboratorio Prove sui Materiali dell'Università degli Studi della Basilicata hanno, in sintesi, condotto al seguente valore di resistenza caratteristica a trazione : 0.144 N/mm^2 . Dalle prove a compressione effettuate nello stesso laboratorio su due campioni di dimensione variabile $183 \div 192 \times 167 \div 169 \times 205 \div 212 \text{ mm}$ e su quattro di dimensioni variabili $148 \div 165 \times 155 \div 165 \times 105 \div 153$ emerge un valore di resistenza caratteristica pari a 0.445 N/mm^2 .

Le indagini soniche in sito condotte dal CNR-IBAM su alcuni pannelli di adobe hanno condotto al seguente valore medio di circa 350 m/s. Le velocità minima

e massima sono risultate essere rispettivamente pari a 130 m/s e 640 m/s. I test sonici effettuati su murature miste costituite da pietrame e conci di adobe hanno registrato dei valori di velocità ancora più bassi e non superiori a 150 m/s.

Infine due prove di rottura diagonale in situ effettuate con un telaio in acciaio appositamente progettato e realizzato (costituito da due profili UPN100, due piastre nervate di chiusura, un martinetto posizionato in corrispondenza dell'estremità superiore del pannello, installato tra la piastra nervata e la seconda piastra parallela, una cella di carico e due coppie di estensimetri) hanno registrato i seguenti valori di angolo di attrito pari a 44 e 50°, tensione normale a compressione pari a 0.021 e 0.011 Mpa e tensione tangenziale pari a 0.021 e 0.010 Mpa.

3.1 Danni alle strutture per azioni fuori dal piano.

I muri di adobe hanno una spiccata propensione a subire danni dovuti a sforzi di flessione, prodotti da azioni sismiche fuori dal piano. Il danno viene manifestato principalmente da chiusure verticali comprese tra due muri trasversali. Le lesioni si originano nella parte alta dell'intersezione dei muri e si sviluppano verticalmente o diagonalmente verso il basso. Raggiunta la base del muro proseguono orizzontalmente in senso longitudinale. Questo tipo di lesioni formano una cerniera in corrispondenza della base del muro, attorno alla quale esso potrebbe ruotare per via delle oscillazioni fuori dal piano prodotte dall'azione sismica.

Il danno è da considerarsi grave solo se vi è un reale pericolo di rotazione del muro attorno alla sua base. Ci sono, però, alcuni fattori che influiscono sulla stabilità, tra questi si annoverano: i) la snellezza del muro, ii) il suo grado di connessione con le chiusure orizzontali e con un eventuale cordolo (usualmente in c.a. inserito posto in opera in quest'area della Basilicata dopo il sisma del 1980); iii) la funzione strutturale (portante o meno); iv) la distanza tra i muri trasversali; v) la presenza di umidità alla base del muro. Un danno frequente interessa i timpani qual'ora non sono caricati o poco ammorsati con i solai di copertura.

La valutazione dell'entità del danno, richiede un'attenta analisi del quadro fessurativo prodottosi ed è legata al valore delle traslazioni orizzontali permanenti della sezione muraria. Infatti, sulla chiusura verticale si potrebbero generare fratture tali da suddividere il pannello murario in blocchi che, liberi da ogni vincolo, potrebbero rovinare alla minima sollecitazione, come raffigurato nella figura 3.

3.2 Lesioni da taglio nel piano.

Le lesioni da taglio si presentano usualmente inclinate a 45° circa e sono generate da forze orizzontali che, agendo nel piano della sezione, producono sforzi di trazione. Esse assumono la caratteristica forma a X effetto dell'azione del sisma che produce sforzi di taglio alternativamente nelle due direzioni opposte, lungo l'asse

longitudinale del muro.(Fig. 4) Tale meccanismo si genera quando le murature sono ben collegate tra di loro e con i solai.

La gravità di tali lesioni, dipende dall'entità dello spostamento relativo che si attiva tra le parti murarie divise dalle lesioni di solito, non comportano un grave danno per la struttura o un pericolo per la vita degli occupanti.

Tuttavia la presenza simultanea di lesioni da taglio e di scorrimenti orizzontali e verticali, lungo il muro, può provocare gravi danni strutturali e conseguente pericolo alle persone. Tali situazioni di dissesto sono tipicamente caratterizzati da fessure con andamento a scaletta.

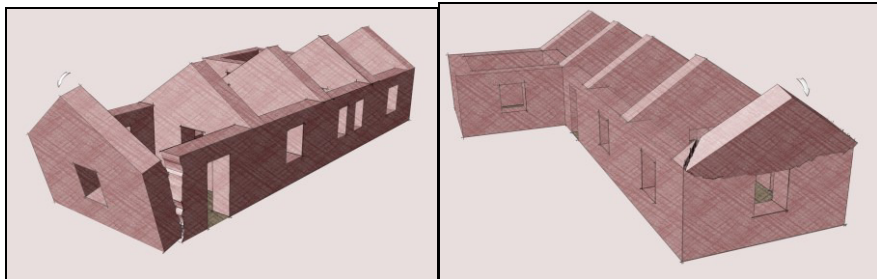


Fig. 3. Sx: Collasso del muro di timpano. Rotazione intorno al piede del muro. Dx: collasso del timpano. Rotazione attorno ad una lesione orizzontale a mezza altezza.

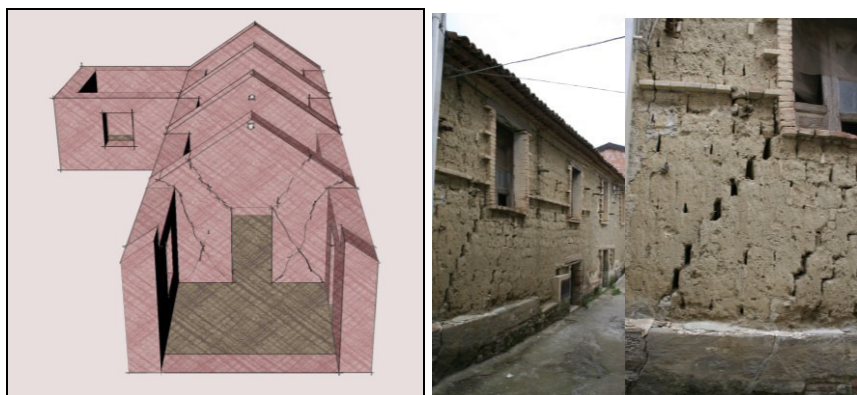


Fig. 4. Sx: distribuzione delle fessure da taglio in un muro interno. D: Senise . Lesioni da taglio in corrispondenza di una finestra.

3.3 Danni negli angoli.

Agli angoli di manufatti in terra cruda si verificano usualmente due condizioni che ne favoriscono il danneggiamento e, in casi più gravi, il collasso, a causa di elevate tensioni locali o in seguito all'assenza di vincoli efficaci, che impediscano

il movimento reciproco delle due pareti. Non fanno eccezione i manufatti in adobe della Basilicata, dove i danni agli angoli dei setti murari sono piuttosto frequenti e si manifestano mediante tre tipi di lesioni: verticali, diagonali e una combinazione tra le lesioni verticali o diagonali.

L'interazione tra due muri perpendicolari nel corso di un evento sismico può portare alla comparsa di lesioni verticali agli angoli della struttura dovute a flessione e a trazione. Il danno può essere ritenuto grave quando coinvolge le estremità di entrambe le pareti confluenti nell'angolo (Fig. 5). In tali casi il danno può progredire portando al collasso parziale del cantonale.

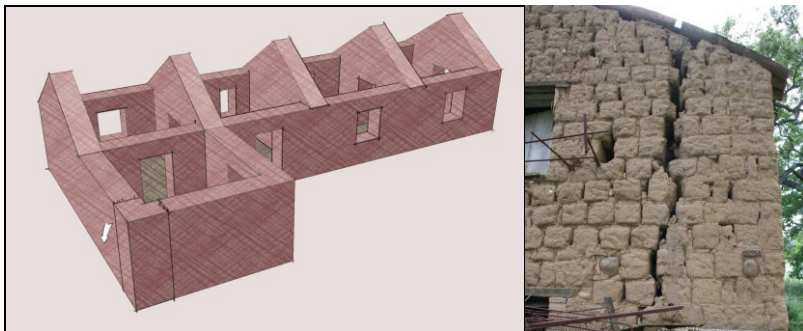


Fig. 5. Sx: entrambe le chiusure verticali che confluiscono nell'angolo presentano una fenditura verticale. Dx: esempio di danno all'angolo di un edificio in adobe a Senise.

Le forze di taglio agenti nel piano provocano lesioni diagonali che hanno origine nella parte superiore del muro e proseguono fino alla parte inferiore dell'angolo. Questo tipo di lesione può portare allo scorrimento dell'angolo, quando si verificano terremoti di durata prolungata (si veda la Fig.6 sx).

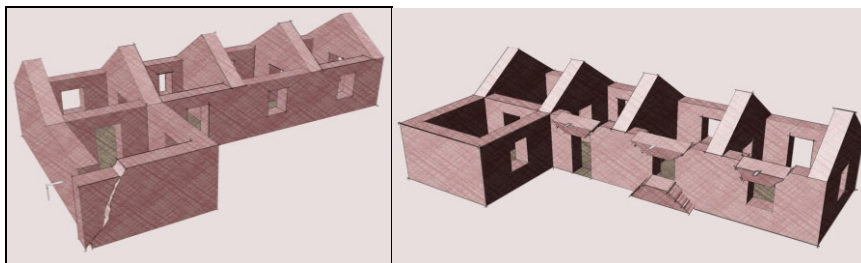


Fig. 6. Sx: scorrimento dell'angolo del muro; Dx: lesioni che possono manifestarsi agli angoli di finestre e porte dove si concentrano gli sforzi.

La presenza simultanea di lesioni diagonali e verticali può portare alla formazione di quadri fessurativi molto gravi e che possono favorire il cinematiso di parti murarie (Fig.6 dx). Non meno preoccupante deve essere considerata la condizione di quei muri che, pur manifestando la presenza di sole fessure verticali, abbiano la base indebolita da fenomeni di umidità preesistente; in questo caso si potrebbero avere scorrimenti e/o rotazioni attorno al piano basale.

3.4 Lesioni in corrispondenza delle aperture

Le lesioni in corrispondenza di porte o finestre sono le più diffuse e frequenti a causa degli elevati sforzi che si concentrano in prossimità dei vani nel muro e alla discontinuità che si crea tra l'architrave in legno ed i mattoni di adobe. Fessurazioni verticali si registrano di solito sopra le piattabande di finestre e di porte per effetto di terremoti di intensità da moderata a forte, di cedimenti differenziali della fondazione, dell'indebolimento del muro dovuto alla presenza di umidità. Le fessure possono originarsi tanto negli angoli superiori quanto in quelli inferiori e possono proseguire assumendo andamento diagonale o verticale. La loro comparsa di non necessariamente è il sintomo di un danno grave; infatti le parti di muro poste ai lati delle aperture, fanno in modo che non si verificano spostamenti permanenti di grande entità di parti murarie isolate dalle lesioni. Non è comunque da sottovalutarsi il pericolo per l'integrità fisica degli occupanti l'edificio, legato alla possibilità che, durante un evento sismico, si possa produrre il distacco e conseguente scorrimento di elementi murari (fig. 6 Dx).

3.5 Danni su muri perpendicolari

È frequente il prodursi di lesioni nel punto di intersezione tra due muri perpendicolari di adobe allorquando, a causa di un terremoto, accade che uno dei due inizi ad oscillare fuori dal piano mentre l'altro si mantenga rigido nel suo piano (fig. 7). Un buon ancoraggio tra i muri e le strutture orizzontali (solai di piano o coperture) può fare in modo che il danno prodotto dall'interazione tra le due pareti concorrenti non sia particolarmente grave.

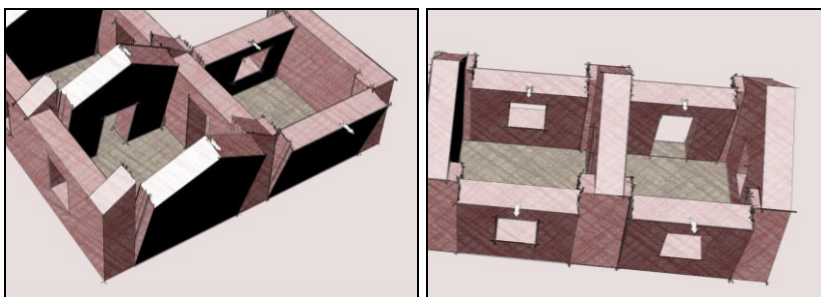


Fig. 7. Illustrazioni raffiguranti il modo in cui possono manifestarsi lesioni verticali nell'intersezione tra muri ortogonali, a seconda della direzione in cui agisce il sisma. In entrambi i casi i cinematici sono delle rotazioni intorno al piede dei muri.

Tuttavia, la combinazione di fenditure all'incontro tra i muri perpendicolari e la presenza di lesioni agli angoli dell'edificio può portare a gravi fenomeni di dissesto: le parti murarie comprese tra le due lesioni, comportandosi come elementi li-

beri, aumenterebbero le probabilità di collasso e di rotazione attorno all'asse longitudinale delle strutture murarie.

3.6 Danni nei punti di ancoraggio.

Spesso per porre rimedio al danno prodotto da eventi sismici o da cedimenti si tende a mettere in opera elementi puntuali di ancoraggio che consentano di tenere uniti muri perpendicolari. Al presentarsi di un nuovo evento sismico, è in corrispondenza di questi punti che si potrebbero concentrare grandi sforzi che, a causa della bassa resistenza a trazione e a taglio dei blocchi di adobe, potrebbero favorire l'insorgere di nuove lesioni subverticali. (Fig. 8).



Fig. 8. Sx: Senise, Cda Bisciglieta. Danno prodotto dalla trave di copertura, che poggia direttamente sulla muratura. E' manifesta l'assenza di un dormiente. D: Chiaromonte, C.da Mancuoso. Caso analogo alla figura 9 Sx.

3.7 L'umidità quale concausa di dissesti

L'adobe si differenzia da altri materiali da costruzione, quali pietra o mattone cotto, per la drammatica perdita di resistenza conseguente all'inumidimento del blocco. Laterizi e pietra, sebbene saturi di acqua, continuano a conservare gran parte delle loro caratteristiche meccaniche; al contrario la terra cruda, non stabilizzata, ancor prima di raggiungere la saturazione può manifestare una riduzione della resistenza a compressione e a taglio del 50 ÷ 90%. In tali casi l'adobe inizia a deformarsi prima lentamente, poi a mano a mano che la concentrazione di umidità aumenta, la sua deformazione subisce un'accelerazione. La comparsa di un rigonfiamento, alla base del muro, potrebbe indicare la presenza di una deformazione dovuta all'assestamento del materiale. Il fenomeno di degrado più grave prodotto dall'acqua è l'erosione basale che consiste nella disgregazione e nella perdita di materiale alla base del muro. Nei casi più gravi si può assistere ad una significativa riduzione asimmetrica della sezione resistente con conseguente formazione di

fenomeni di schiacciamento e presso flessione che possono portare al collasso della struttura.

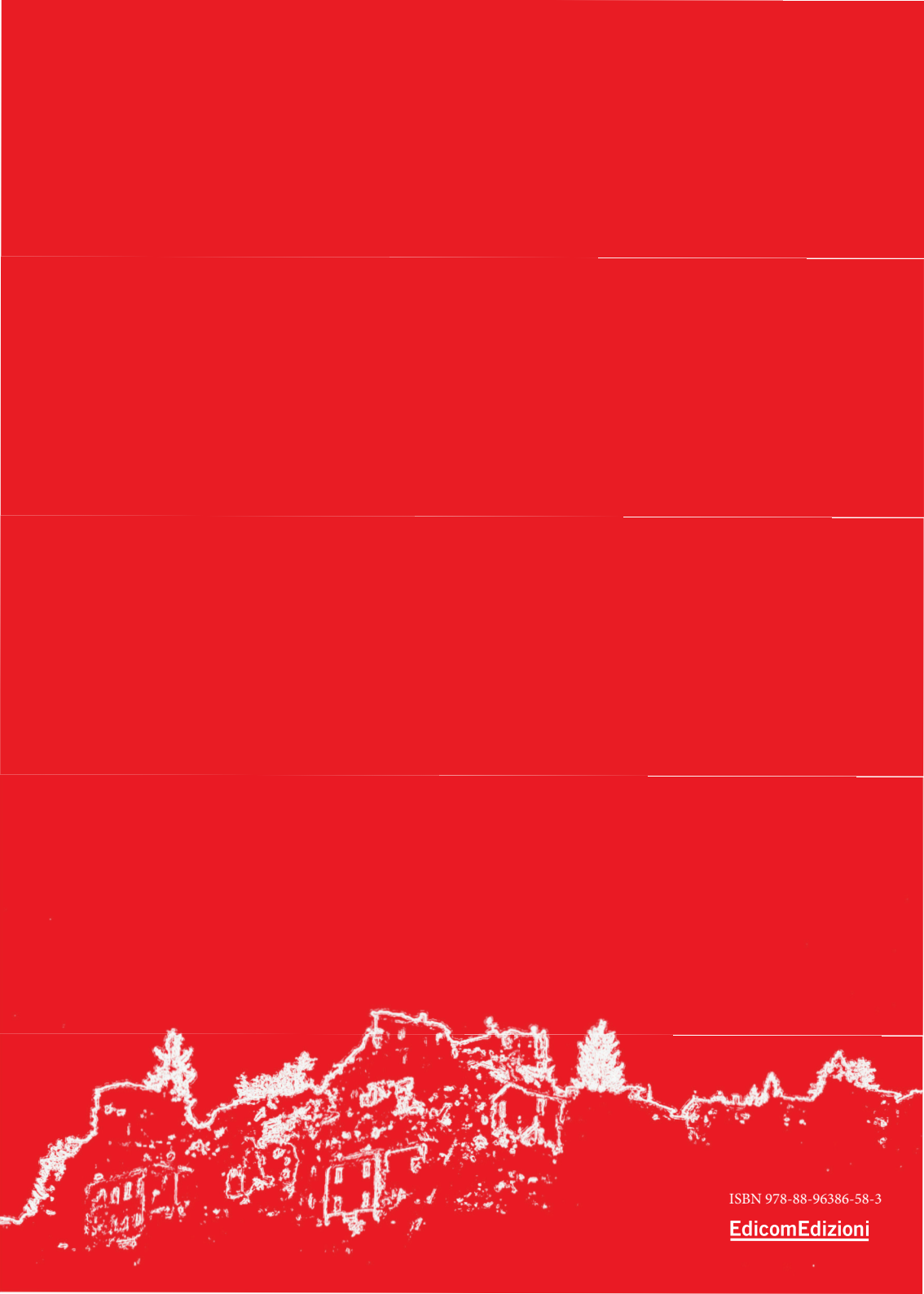
4. Conclusioni

Lo studio e la conservazione del patrimonio costruito in terra cruda di interesse storico rendono necessari studi su base regionale mirati a conoscerne la cultura costruttiva, gli aspetti legati ai materiali e alle problematiche di degrado. In Basilicata, la terra cruda dall'antichità all'età moderna [2] è stata impiegata per costruire edifici in ambito urbano e rurale in territori nei quali la disponibilità di argilla ne rendeva conveniente l'uso rispetto a materiali meno disponibili e costosi. In età moderna dall'800 al '900 un cospicuo numero di manufatti si conservano in diversi comuni della media e bassa valle del Sinni. Il presente articolo mostra i primi risultati di un rilievo dei quadri fessurativi di circa quaranta manufatti. Sono state descritte le più importanti tipologie di dissesto con riferimento alle modalità di manifestazione e alle cause. In particolare si segnalano dissesti legati a carenti connessioni tra pannelli murari che sono causa di cinematismi e collassi fuori del piano, la mancanza di elementi ripartitori di travi che ha favorito dissesti locali che nel tempo e con l'azione disgregatrice degli agenti atmosferici possono evolvere in più estesi meccanismi di rottura, la mancanza di manutenzione e protezione dall'azione degradante dell'umidità di infiltrazione e di risalita capillare. In futuro lo studio sarà esteso ad un più ampio campione di manufatti con un approccio volto a quantizzare le diverse patologie di degrado, incluse quelle che interessano le superfici architettoniche, le chiusure orizzontali intermedie e di coperture, geocalizzandole [8] e relazionandole con le condizioni al contorno (geologia, sismicità, piovosità) e agli aspetti materico-costruttivi al fine di costituire una base informativa per la redazione di un codice di pratica per il recupero.

Bibliografia

1. Galdieri E (1987) L'architettura in terra cruda: caratteristiche tecnologiche, potenzialità formali e problemi di conservazione, in *Restauro*, Napoli, n°94
2. Vitale V (2013) La tradizione delle tecniche edilizie in terra cruda in Basilicata: dalle evidenze archeologiche alle tipologie moderne. I casi di studio di Chiaromonte e Senise (PZ). *Siris* 13 (2013), pp. 71-87
3. Guida A, Masini N, Mecca I, Forlenza J (2014) La terra cruda in Basilicata tra memoria tradizione e conservazione. In *Atti del "Congreso de Arquitectura de Tierra en Cuenca de Campos 2014. Construcción con Tierra Investigación y Documentación XI CIATTI 2014*.
4. J. Rougetet Centre, Jean Bernard, Napoli, Serra di Vaglio: la casa arcaica dei Pithoi, un progetto di restauro, aprile 1988, depositato presso la Soprintendenza Archeologica della Basilicata.

5. F. Bove, V. Rosiello, M. D'Arienzo, V. Leone, Geom. Donato Tronolone, Arch. G. Florio, Progetto dei lavori di completamento del Parco Territoriale di Andriace. Ricostruzione fattoria del III sec.a.C., Marzo 2003, depositato presso il Comune di Montalbano Jonico.
6. De Grazia, Case rurali e suburbane di argilla a Senise, in "Bollettino della Reale Società Geografica Italiana", Serie VI, Vol. IX, Gennaio 1932 Roma, pp. 50-54.
7. Liberatore D, Spera G, Mucciarelli M, Gallipoli MR, Santarsiero D, Tancredi C, Masini N, Racina V, Caprioli A, Cividini A, Tedeschi C (2006), Typological and experimental investigation on the adobe buildings of Aliano (Basilicata, Italy), in Structural Analysis of Historical Constructions, P.B. Lourenço, P. Roca, C. Modena, S. Agrawal (Eds.), New Delhi, ISBN 972-8692-27-7
8. Lazzari M, Danese M., Masini N (2009) A new GIS based integrated approach to analyse the anthropic-geomorphological risk and recovery the vernacular architecture, Journal of Cultural Heritage, 10S, pp. e104–e111, doi:10.1016/j.culher.2009.10.003.



ISBN 978-88-96386-58-3

EdicomEdizioni