

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

AhRCOS
RESTAURO e CONSOLIDAMENTO
since 1965

MAPEI

www.mapei.it

 **MAPEI**[®] *80 years*
1937-2017

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 1184
Enrico Dassori, Renata Morbiducci, Giulia Barenghi

WORKFLOW BIM PER LA GESTIONE E LA VALORIZZAZIONE DELL'ARCHITETTURA MODERNA. IL PADIGLIONE MANDOLESI DELL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI 1196
Giuseppe Martino Di Giuda, Emanuela Quaquero, Valentina Villa, Lavinia Tagliabue, Giuseppe Desogus, Antonello Sanna, Angelo Luigi Camillo Ciribini, Stefano Della Torre

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 1210
Domenico Debenedictis

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

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

Vulnerabilità urbana

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

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

Tecniche costruttive e prestazioni negli edifici esistenti

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

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

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

La strategia del progetto ABRACADABRA per azzerare il consumo energetico e bilanciare i costi nella riqualificazione degli edifici esistenti

The ABRACADABRA strategy to set the energy to zero and balance the cost in the deep renovation of existing buildings

Annarita Ferrante*, Elena Cattani*, Anastasia Fotopoulou*, Riccardo Gulli*, Giovanni Semprini**

* Dipartimento di Architettura, Scuola di Ingegneria ed Architettura, Università di Bologna, Viale del Risorgimento 2, 40126 Bologna, mail: annarita.ferrante@unibo.it

** Dipartimento di Ingegneria Industriale, Scuola di Ingegneria ed Architettura, Università di Bologna, Viale del Risorgimento 2, 40126 Bologna, mail: giovanni.semprini@unibo.it

Abstract La sfida energetica dell'Europa 2020 riguarda principalmente la riqualificazione energetica il patrimonio costruito. Contrariamente alle previsioni e agli indirizzi dettati dal BPIE che indicano al 4% il livello target di riqualificazioni annuali, ad oggi, ogni anno, solo il 1,2% degli edifici esistenti in Europa viene rinnovato. Il rinnovamento del parco edilizio esistente, con l'obiettivo NZEB, è difatti frenato dalle risorse economiche necessarie per procedere a tali adeguamenti, che presentano un alto livello di rischio finanziario e di investimento iniziale e lunghi tempi di rientro della spesa. Sviluppare azioni concertate e innovative, colmare il divario degli investimenti richiesti per l'efficienza energetica e contribuire al rilancio del mercato delle costruzioni e alla creazione di nuovi posti di lavoro, sono le sfide da affrontare per la riqualificazione del patrimonio esistente. Il progetto ABRACADABRA (*“Assistant Buildings’ addition to Retrofit, Adopt, Cure And Develop the Actual Buildings up to zero energy, Activating a market for deep renovation”*) mira a identificare le possibili soluzioni tecnico-economiche per ottenere un sostanziale incremento del valore immobiliare attraverso la trasformazione energetica e architettonica degli edifici esistenti. L'articolo illustra i benefici dell'approccio basato sulla strategia delle addizioni volumetriche come soluzione in grado di ridurre consistentemente i tempi di ritorno degli investimenti, e incrementare la qualità abitativa attraverso la sinergia tra nuovo intervento e pre-esistente. In questo contesto, il progetto mira a promuovere un cambiamento paradigmatico che investe anche il settore normativo e procedurale allo scopo di accelerare l'adozione di strategie non convenzionali e non esclusivamente “energy-related” nell'obiettivo di energia quasi zero negli edifici esistenti. Viene presentato lo studio di fattibilità condotto su diversi casi di studio sui quali sono applicate e analizzate diverse soluzioni: dalla ristrutturazione di tipo standard a vari

scenari di intervento incrementale. Tutte le soluzioni vengono analizzate e confrontate in termini di risparmio energetico e costo-beneficio.

Abstract Europe's energy efficiency challenge in buildings mainly concerns the energy efficient refurbishment and investments in the existing building stock. Yet, today, only 1,2% of Europe's existing buildings is renovated every year. The actual investment gap in the deep renovation sector is because high investments are required up-front and they are generally characterized by an excessively high degree of risk, by long payback times and by the "invisibility of the energy benefit". It is therefore necessary to develop concerted and innovative actions. The EU project ABRACADABRA ("*Assistant Buildings' addition to Retrofit, Adopt, Cure And Develop the Actual Buildings up to zero energy, Activating a market for deep renovation*") aims at demonstrating to the key stakeholders and financial investors the appeal of a new renovation strategy based on volumetric Add-ons and Renewables (AdoRe) intended as one or as a combination of Assistant Building unit(s) that "adopt" the existing buildings to achieve nearly zero energy. The conception of new AdoRes aims at reducing the initial investment allocated for the deep renovation of the existing building creating an up-grading synergy between old and new. The ABRA strategy aims at implementing a precise densification policy to foster the investments in deep renovation of the existing built environment. In this context, the project aims at fostering a legislative and market change accelerating the revolution towards nearly Zero Energy in the existing buildings and in the urban settings of the EU cities. The paper focuses on case studies in different geographical and climatic contexts, where different solutions are analysed: from standard renovation up to the AdoRe strategy. All solutions are compared in terms of energy saving, non-energy benefits and cost-effective analysis.

Keywords: Fattibilità tecnico-economica; nearly Zero Energy; Riqualificazione patrimonio abitativo.

1. Introduzione

Le attuali politiche energetiche europee mirano alla promozione di azioni per riqualificazione energetica degli edifici attraverso una *riqualificazione profonda* del patrimonio esistente (Deep Renovation, DR). Il GBPN (Global Building Performance Network) ha individuato un valore soglia pari a 60 kWh/m² per i consumi di energia primaria su base annuale, per un edificio riqualificato secondo i criteri della DR [1]. Oggi, ogni anno, solo l'1,2% degli edifici esistenti viene riqualificato dal punto di vista energetico, contrariamente agli indirizzi europei [2] che indicano il 4% quale target percentuale di edifici da rinnovare annualmente. Il rinnovamento del parco edilizio esistente è difatti frenato dalle risorse economiche

necessarie per procedere a tali adeguamenti, che richiedono investimenti iniziali consistenti, e spesso presentano lunghi tempi di rientro della spesa e un alto rischio finanziario. Sviluppare azioni concertate e innovative, colmare il divario degli investimenti richiesti per l'efficienza energetica e contribuire al rilancio del mercato delle costruzioni e alla creazione di nuovi posti di lavoro, sono le sfide da affrontare per la riqualificazione del patrimonio esistente [3], [4]. Il progetto ABRACADABRA tenta di rispondere a tali sfide attraverso nuove strategie di riqualificazione basate sulla realizzazione di addizioni volumetriche e nuove unità abitative che producono un sostanziale incremento del valore immobiliare. Tali addizioni, denominate AdoRES (dall'inglese *Add-on* e *RES- Renewable Energy Sources*), configurabili sia come estensioni degli edifici esistenti sia come veri e propri edifici satellite di nuova costruzione (Assistant Buildings), sono concepite come elementi chiave per l'adozione di strategie non convenzionali e non esclusivamente "energy-related" verso la riqualificazione degli edifici esistenti.

2. Riqualificazione profonda attraverso le addizioni volumetriche

Le analisi economiche condotte su un ampio campione di edifici hanno dimostrato che il potenziale guadagno economico dato dalla vendita delle nuove unità aggiunte sarebbe in grado di compensare sia l'investimento necessario alla riqualificazione energetica profonda sia il costo degli impianti da fonti rinnovabili necessari per raggiungere i livelli nZEB. Questo tipo di intervento ha costi più elevati rispetto alla DR, ma la riduzione dei tempi di ritorno potrebbe comportare una maggiore attrattività di mercato [5]. A titolo esemplificativo, e allo scopo di effettuare una prima valutazione della fattibilità, è stato considerato un edificio di circa 3.000 m² con 30 unità immobiliari in un orizzonte temporale di riferimento 40 anni (Fig.1). I possibili scenari considerati sono: i) Hp0, stato di fatto con consumi annui stimati pari a 180 kWh/ m² (linea gialla tratteggiata); ii) Hp1, riqualificazione step-by-step, che prevede il rinnovo degli impianti nel primo anno, una conseguente riduzione dei consumi del 30%, dopo i primi 10 anni la sostituzione degli infissi (ulteriore riduzione del 15% dei consumi), dopo 20 anni la riqualificazione complessiva dell'involucro attraverso l'applicazione di isolamento a cappotto e riduzione ulteriore del 25% dei consumi (linea a punti rossa); iii) Hp2, costruzione di un nuovo edificio (Assistant Buildings) di circa 1.000 m² con un costo di costruzione ipotizzato di 1.000,00 Euro/m² e un prezzo di vendita di 1.800,00 Euro/m²; in questo scenario la riqualificazione energetica dell'edificio esistente consiste unicamente nel rifacimento degli impianti - per un costo complessivo di 300 euro/m² - risultante in una riduzione del solo 20% dei consumi (linea tratteggiata grigia); iv) Hp3, combinazione dello scenario ii. con la costruzione di un edificio satellite di circa 1.000 m² costruito con standard "passivi" (consumi annuali inferiori a 15kWh/m²) e impianti da produzione di energia rinnovabile in grado di soddisfare

sia il proprio fabbisogno energetico sia quello dell'edificio esistente (linea continua blu)¹.

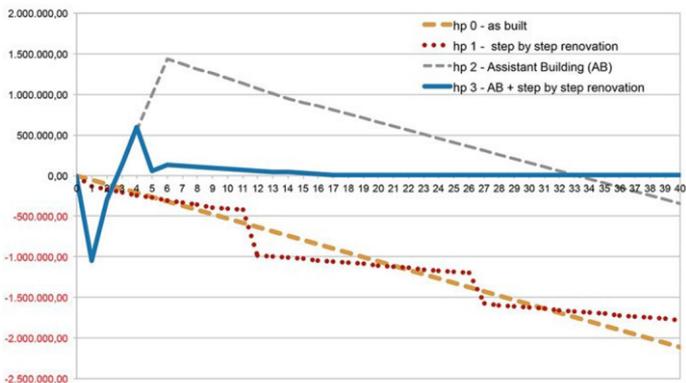


Fig. 1. Analisi costi benefici effettuata su di un caso teorico. I risultati mostrano la possibile integrazione di un intervento di riqualificazione energetica su un edificio esistente con la costruzione di un edificio satellite attraverso una modalità di progettazione per fasi (step-by-step). L'asse delle ordinate riporta i flussi di cassa per i differenti scenari (hp0, hp1, hp2, hp3), l'asse delle ascisse riporta gli anni di riferimento considerando un orizzonte temporale di 40 anni

Dai risultati riportati nel grafico di fig.1 risulta evidente che la costruzione di superficie aggiuntiva per lo scenario Hp2, se computata in modo autonomo e non connessa alla riqualificazione dell'edificio esistente, non produce profitto nel lungo termine.

Al contrario, costruendo un edificio satellite (Assistant Building) legato alla riqualificazione dell'esistente, grazie all'annullamento del consumo energetico complessivo, si genera una condizione di bilancio economico più vantaggiosa nel lungo periodo (Hp3).

Sulla base delle ipotesi formulate, risulta pertanto evidente come l'incremento volumetrico e la realizzazione di nuove unità abitative nel progetto di riqualificazione energetica producano una crescita del valore immobiliare tale da bilanciare e giustificare l'investimento iniziale. Tale valore immobiliare, se direttamente commercializzabile, è in grado di compensare il costo necessario per l'intervento di riqualificazione finalizzato al completo bilancio energetico dell'insieme composto dal nuovo e vecchio edificio [6].

¹ E' stato considerato un impianto fotovoltaico da 21,231 kWp per coprire un fabbisogno di 187.600 kWe per un totale complessivo di superficie residenziale di 4.000 m².

3. Casi di studio e toolkits abracadabra

Il progetto prevede lo sviluppo di un protocollo di indagine e di altrettanti studi di fattibilità finalizzati a riqualificazioni energetiche con AdoRES, da applicare su diversi casi di studio in sette paesi Europei. L'analisi condotta sui diversi scenari ha permesso di valutare le potenzialità delle diverse tipologie di addizione in relazione alle differenti tipologie edilizie e ai diversi contesti di riferimento².

4. Gli scenari di intervento

Per i casi di studio è stato analizzato lo stato di fatto (CS, Current State) e sono stati definiti una serie di interventi volti al raggiungimento dei livelli di DR tali per cui l'EPI di involucro sia pari a 60 kWh/m^2 , considerando i consumi di riscaldamento, raffrescamento, acqua calda sanitaria e illuminazione. Le simulazioni energetiche sono state condotte su base mensile secondo gli standard europei³ [7]. Il primo livello di intervento (DR) è stato considerato come scenario base e utilizzato come riferimento per valutare l'impatto delle diverse tipologie di addizioni volumetriche in termini di analisi costi-benefici. L'ipotesi di DR considera una riduzione del consumo degli edifici fino al 75% rispetto ai consumi calcolati sullo stato di fatto. Per raggiungere i livelli di performance richiesti per lo scenario DR si considerano i seguenti interventi: 1. Sostituzione degli infissi esistenti con infissi a taglio termico a doppio vetro e trasmittanza complessiva inferiore a $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$; 2. Isolamento a cappotto esterno con fibra di legno di spessore variabile a seconda del contesto climatico di riferimento e comunque tale da garantire una trasmittanza complessiva delle componenti opache dell'involucro pari a $U=0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$; 3. Abbattimento dei ponti termici; 4. Isolamento in copertura e al piano terra attraverso l'inserimento di uno strato di lana di roccia per ottenere valori di trasmittanze per gli elementi orizzontali degli edifici inferiori a $U_{\text{floor}} = 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ 5. Riqualificazione impianti esistenti con inserimento di pompa di calore.

Sono stati poi definiti quattro diversi scenari di AdoRes e uno scenario di trasformazione a livello di comparto che prevede la costruzione di un edificio di nuova costruzione come edificio satellite: i) S1 Terra: AdoRes come unità aggiuntive al piano terra, specialmente negli edifici a pilotis; ii) S2 Copertura: AdoRes come unità aggiuntive in copertura e che dunque si configurano come un nuovo livello dell'edificio esistente. Questo scenario prevede l'integrazione di un impianto fotovoltaico; iii) S3 A lato: AdoRes come unità aggiuntive a lato dell'edificio esistente come estensione del volume in adiacenza, sui fronti ciechi dello stesso; iv) S4 Facciata: AdoRes come estensione della facciata esistente considerando la riconversione e/o creazione di balconi, logge o serre; v) S5 Costruzione di un nuo-

² Per maggiori informazioni relative ai casi di studio: <http://www.abracadabra-project.eu/>

³ UNI, 2014a and UNI, 2014b

vo edificio satellite localizzato nello stesso comparto dell'edificio di riferimento. La logica è quella di un bilancio energetico complessivo a livello di distretto, per il quale il nuovo edificio bilancia i consumi degli edifici esistenti.

Un primo studio di fattibilità ha permesso di individuare, per ognuno dei 5 scenari, le potenziali trasformazioni dei vari edifici (Fig. 2). L'obiettivo è la definizione delle tipologie di addizione più favorevoli in termini economici ed energetici per i vari contesti analizzati, attraverso l'individuazione delle variabili chiave che influenzano direttamente la riduzione dei tempi di ritorno dell'investimento e il contenimento dei consumi energetici.

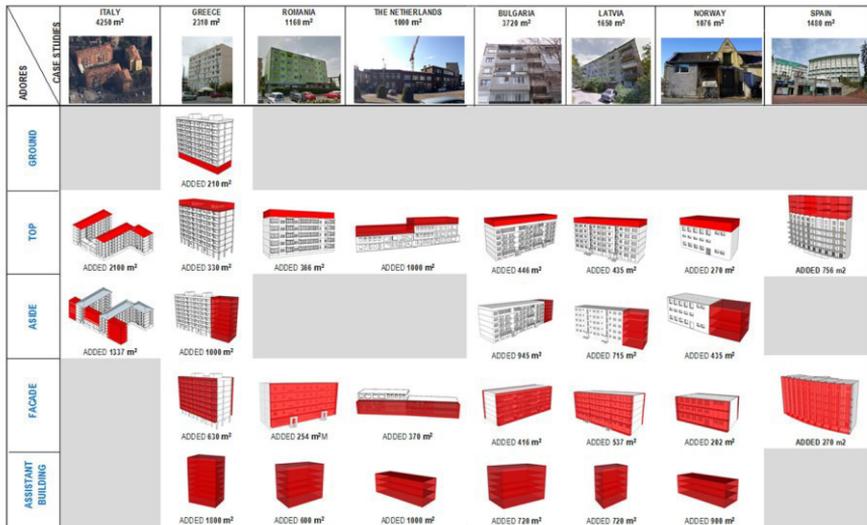


Fig. 2 Differenti scenari di intervento applicati al primo gruppo di casi di studio analizzati. In rosso sono riportati schematicamente i volumi corrispondenti alle possibili addizioni volumetriche per ogni edificio pilota.

Dopo la raccolta dei dati geometrici e tecnologici relativi agli edifici in esame si è proceduto all'applicazione di un calcolo semplificato per l'analisi dei consumi attuali. Attraverso lo stesso metodo di calcolo, sempre su base mensile è stata prevista la riqualificazione profonda tramite gli interventi sopra descritti ed è stato possibile definire i consumi a seguito di un intervento di standard DR.

I risultati dalle simulazioni per lo scenario DR sono poi stati confrontati con i risultati delle simulazioni riferite ai 5 scenario di AdoRES illustrati sulla base delle fattibilità architettoniche e urbanistiche dei vari edifici presi in esame.

5. Analisi costi-benefici

L'analisi costi-benefici condotta sui casi di studio ha evidenziato la potenziale innovazione che la strategia ABRA può apportare al mercato delle riqualificazioni energetiche. Analogamente, i risultati delle indagini energetiche condotte per lo stato di fatto, sia per la DR sia per i vari scenari di addizione sono state inserite valutazioni di carattere economico, tenendo conto dei diversi mercati energetici, immobiliari ed edilizi degli stati membri coinvolti nel progetto. Per ottenere una prima valutazione dell'impatto economico complessivo, al risparmio annuo di energia primaria è stato aggiunto l'incremento di valore determinato dalle nuove unità immobiliari, tralasciando, allo stato attuale, l'incremento di valore e di qualità immobiliare generato dalla riqualificazione nell'edificio di partenza.

Dal punto di vista finanziario, il valore aggiunto costituisce anche una garanzia per i potenziali investitori e per gli istituti di credito, certamente più interessati ad uno scenario finanziariamente più competitivo rispetto alla DR standard. Infatti, per rendere competitivi gli investimenti nel settore delle riqualificazioni immobiliari è solitamente necessario contenere i tempi di ritorno entro i 5 anni. Si è deciso dunque di impostare la procedura alla base degli studi di fattibilità su di un approccio inverso.

Considerando la formula di calcolo per il tempo di ritorno semplice (*simple pay back time*) di un investimento che includa la riqualificazione profonda dell'edificio e la costruzione di un'addizione volumetrica, si è posto come incognita la superficie complessiva di addizione volumetrica (1). In questo modo, definendo come t , il tempo di ritorno pari al valore di soglia di 5 anni, attraverso la formula inversa è possibile calcolare x che coincide con la superficie di addizione necessaria per ottenere $t = 5$. Risulta pertanto possibile definire il valore minimo di incremento di superficie (adoRES) in grado di garantire un tempo di ritorno adeguato.. In generale, quanto sopra enunciato può essere formulato in termini matematici con il rapporto che segue:

$$t = \frac{Cr*y + Cc*x - P*x}{R*y} \quad (1)$$

dove:

- t = tempo di ritorno dell'investimento con tasso di investimento al 5%
- Cr = costo unitario di riqualificazione energetica profonda inclusiva degli impianti e dell'installazione di RES (€/m²);
- y = superficie complessiva in m² dell'edificio oggetto di riqualificazione;
- Cc = costo di costruzione dell'addizione volumetrica m²);
- x = superficie complessiva addizionale (m²);
- P = valore immobiliare di nuove unità aggiuntive calcolato in riferimento al valore immobiliare dell'edificio esistente (€/m²);
- R = risparmio unitario annuo in bolletta in relazione alla riduzione del consumo di energia primaria conseguente all'intervento (€/m²).

Al momento dell'investimento, nell'analisi economica condotta sui casi di studio, si ipotizzano dunque due distinti periodi temporali: inizialmente il costo della riqualificazione profonda così come il costo di costruzione delle addizioni volumetriche viene contabilizzato come un'uscita di cassa. In una seconda fase si considera come entrata di cassa il guadagno corrispondente alla vendita delle nuove AdoRES.

Da queste indagini locali sono stati definiti i parametri di riferimento ossia i prezzi unitari del costo di costruzione e del costo di riqualificazione per le varie regioni di riferimento del progetto. Analogamente si è condotta una indagine di mercato per valutare il valore immobiliare delle possibili aggiunte.

DATI GENERALI	u.m.	IT	GR	RO	NL	BG	LV	NV	SP
y area iniziale	m ²	4.250	2.310	1.160	1.000	3.720	1.650	1.076	1.480
Cc costo di costruzione	€/m ²	1.000	800	800	1.400	300	500	1.000	1.000
Cr costo di ristrutturazione	€/m ²	550	400	600	800	200	230	650	650
p prezzo di vendita	€/m ²	2.500	1.500	2.500	3.500	415	1.000	3.000	3.000

Tabella 1. Riassunto dei valori di riferimento emersi dall'indagine di mercato effettuata nelle regioni di riferimento in relazione ai casi di studio presi in esame.

Questo valore non è stato tuttavia parametrizzato e viene considerato quale dato specifico per ogni caso di studio non potendo definire un trend su scala né locale né regionale. Il mercato immobiliare è difatti suscettibile a variazioni e fluttuazioni costanti e pertanto i valori riportati come prezzi di vendita derivano da ricerche di mercato condotte sui singoli casi di studio e contesti di riferimento, a livello locale.

I valori riportati in tabella 1 sono stati utilizzati per valutare i tempi di ritorno dei possibili scenari di addizione per i casi di studio.

6. Risultati e conclusioni

Utilizzando i modelli economici per il calcolo del tempo di ritorno sviluppati dal progetto Abracadabra e sulla base delle analisi di mercato e dei dati raccolti nei paesi di riferimento per i casi di studio coinvolti, è stato possibile mettere in relazione i diversi scenari di AdoRes e i vantaggi economici connessi all'ipotesi di una vendita. Si è stabilita una proporzionalità inversa tra l'aumento di superficie (e dunque l'aumento di valore immobiliare degli edifici) e i tempi di ritorno dell'investimento. La fig. 3 mostra le diverse linee di tendenza per ogni caso di studio considerato; i punti evidenziati nel grafico corrispondono agli scenari di AdoRES. E' stato campita in rosa la porzione di grafico che si riferisce ad investimenti ancora al di sopra dei 10 anni di ritorno. Viene pertanto individuato un

campo di azione della strategia, escludendo scenari e contesti nei quali la strategia ABRA apporta vantaggi solo marginali e non competitivi rispetto alla DR.

Dalle prime valutazioni condotte risulta evidente come la forbice tra il valore di mercato delle addizioni e il corrispettivo costo di costruzione rappresenti un elemento chiave per valutare l'impatto della strategia sull'ammortamento dei costi di riqualificazione energetica.

Un'altra importante riflessione, allo stato attuale del progetto, riguarda il valore immobiliare connesso ai differenti scenari di intervento.

Sono infatti necessarie indagini accurate e strettamente legate al contesto specifico per definire le variazioni locali del valore immobiliare per ciascuna tipologia di addizione.

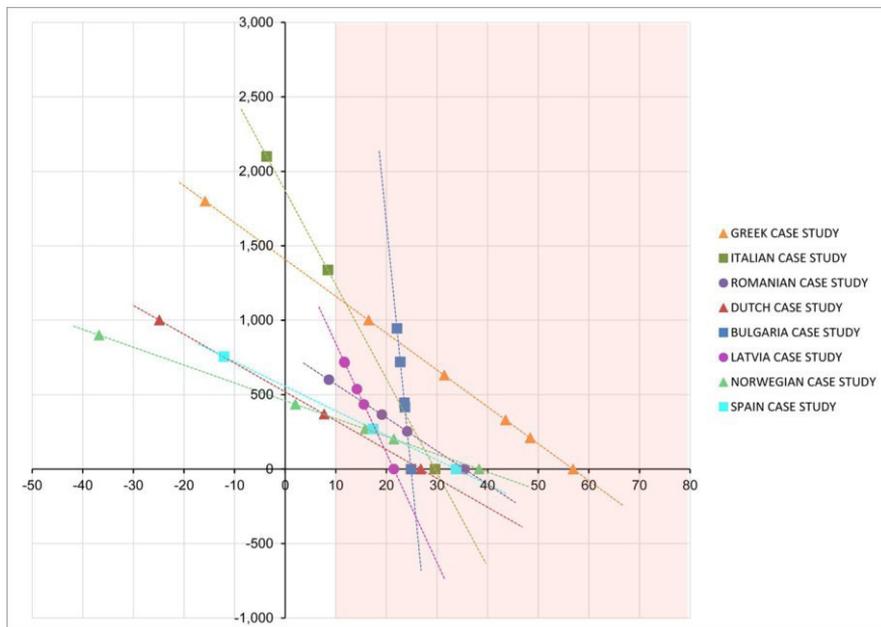


Fig. 3. Interpolazione dei risultati per i diversi scenari ABRA considerati sui primi 8 casi pilota. L'asse delle ascisse riporta i tempi di ritorno e l'asse delle ordinate riporta i metri quadri di addizione prevista per ogni scenario. I punti evidenziati corrispondono agli scenari ritenuti fattibili dalle analisi architettoniche e urbanistiche condotte.

A titolo di esempio basti considerare il valore di vendita al metro quadro di un nuovo appartamento in copertura (Scenario S2) rispetto al valore di mercato di un appartamento, nel medesimo edificio, localizzato al piano terra (Scenario S1). L'identificazione delle variabili differenziali caratteristiche di ogni scenario è uno degli obiettivi della ricerca e rappresenta un elemento chiave per l'individuazione delle variabili specifiche di ogni scenario a supporto della fase di *decision making*.

Nello sviluppo futuro del progetto, inoltre, il campo di indagine si allargherà a comprendere anche scenari composti, dati dalla combinazione dei cinque scenari primari sino ad ora considerati; considerando la formula (2):

$$C = n! / k!(n-k)! \quad (2)$$

le possibili combinazioni (C) sono infatti 31, considerando n=5 addizioni sviluppate k volte, senza ripetizioni.

Le analisi preliminari condotte sul campione di edifici esaminati dimostrano che nella maggioranza dei casi il potenziale guadagno economico dato dalla vendita delle nuove unità sarebbe in grado di compensare sia l'investimento necessario alla riqualificazione energetica (DR) sia il costo degli impianti da fonti rinnovabili necessari per raggiungere i livelli nZEB.

Questi primi risultati sono in linea con il paradigma iniziale del progetto, la cui essenza sta nella ricerca di una strategia capace di accelerare l'adozione di strategie non convenzionali e non esclusivamente "energy-related" per edifici esistenti a energia e a costo zero.

Bibliografia

1. Shnapp S, Sitjà R, Laustsen J (2013) What is Deep Renovation, Technical Report, Global Building Performance Network, GBPN.
2. BPIE (2013) A guide to developing strategies for building energy renovation. Delivering Article 4 of the Energy Efficiency Directive. Buildings Performance Institute Europe (BPIE).
3. JWG (EED, EPBD and RES) (2013) Towards assisting EU Member States on developing long term strategies for mobilising investment in building energy renovation. Composite Document of the Joint Working Group of CA (<http://www.ca-eed.eu/reports/art-4-guidance-document/eed-article-4-assistance-document>).
4. Ferrante A (2014) Energy retrofit to nearly zero and socio-oriented urban environments in the Mediterranean climate. *J. Sustainable Cities and Societies*, 13, 237-253.
5. Cattani E (2016) User-oriented methodologies and techniques for deep energy renovation in social housing. The add-ons strategy based on multiple variables. PhD Dissertation, University of Bologna.
6. Ignjatovic NC, Ignjatovic D (2006) Some Possibilities of Extensions in Building Renovation. The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture, Geneva, Switzerland.
7. DM 26/06/2015 Application of the calculation of energy performance methods and definition of prescriptions and minimum requirements for buildings. *Gazzetta Ufficiale* n. 162, 15/07/2015. Immobiliare s.p.a. 2015. Data and survey UNI. 2014°, b, UNI TS 11300-1 and 11300-2 Standard. Milano: Italian Organization for Standardisation.

Crediti

ABRACADABRA è un progetto finanziato dalla Comunità Europea all'interno del Programma *Horizon 2020*, *Grant agreement No 696126*.



ISBN 978-88-96386-58-3

EdicomEdizioni