



Colloqui.AT.e 2020

New Horizons for Sustainable Architecture

Nuovi orizzonti per l'architettura sostenibile

Editors

Santi Maria Cascone

Giuseppe Margani

Vincenzo Sapienza





**NEW HORIZONS
FOR SUSTAINABLE ARCHITECTURE
NUOVI ORIZZONTI
PER L'ARCHITETTURA SOSTENIBILE**

Editors

Santi Maria Cascone, Giuseppe Margani, Vincenzo Sapienza

10 dicembre 2020

Virtual meeting

Organizing Institution: University of Catania

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 pubblicati, i cui contenuti sono stati dichiarati originali dagli autori stessi, sono stati sottoposti ad un processo di *double-blind peer review*.

Negli articoli l'asterisco accanto al cognome di un autore indica il referente al quale indirizzare la corrispondenza.

The editors, the publisher, the organizers and the Scientific Committee cannot be held responsible either for the content or for the opinions expressed in the articles.

Published articles, whose contents have been declared original by the authors themselves, have been subjected to a double-blind peer review process.

In the articles, the asterisk next to the surname of an author indicates the contact person to whom correspondence should be addressed.

Il volume è a cura di / The volume was edited by:

Santi Maria Cascone, Giuseppe Margani, Vincenzo Sapienza

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

© 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.

The reproduction, even partial, of texts, drawings and photos is forbidden unless expressly authorized. All rights are reserved by law and international conventions.

ISBN 978-88-96386-94-1

Prima edizione dicembre 2020 / First edition December 2020

Contents

Indice

INTRODUCTION	18
INTRODUZIONE	20

A – CONSTRUCTION HISTORY AND PRESERVATION

HISTORY OF CONSTRUCTION

NOTE SULLE COSTRUZIONI PREFABBRICATE TEMPORANEE ITALIANE DEGLI ANNI TRENTA E QUARANTA L. Greco	24
INDUSTRIALIZZAZIONE “SU MISURA”: LE SCUOLE-PILOTA DI LUIGI PELLEGRIN (1967-1975) I. Giannetti	35
DAL TELAIO AL PANNELLO (1940-1950). SPERIMENTAZIONE NELL’EDILIZIA RESIDENZIALE PREFABBRICATA SOVIETICA A. Bertolazzi, U. Turrini, G. Croatto, G. Dorigatti, F. Chinellato, L. Petriccione	48
STAZIONI E FERROVIE COME <i>WORLD HERITAGE SITES</i> . IL PROGETTO DI CONOSCENZA E RECUPERO DELLA PRIMA STAZIONE BAYARD A NAPOLI P. Cucco	62
L’ATTUALITÀ DEL MOTTO “DOV’ERA E COM’ERA”. LA RICOSTRUZIONE SOSTENIBILE DI MONUMENTI E CENTRI STORICI COME STRATEGIA DI COESIONE SOCIALE E TRASFERIMENTO DI VALORI STORICO-CULTURALI F. Ribera, P. Cucco	75
LA SICILIA E LA SCUOLA ITALIANA DI INGEGNERIA: PONTI E GRANDI STRUTTURE (1830-1980) F. Cammarata	86
EVOLUZIONE DEI LINGUAGGI ARCHITETTONICI TRA ’800 E ’900 NELLE CENTRALI IDROELETTRICHE DELLA VAL CELLINA L. Petriccione, F. Chinellato, G. Croatto, U. Turrini, A. Bertolazzi	104
IL SISMA E IL PATRIMONIO STORICO CULTURALE. IL CASO DELLA CHIESA DEL SANTUARIO DELLA MADONNA DELL’AMBRO G. Di Mari, E. Garda, C. Montenovo, A. Renzulli	120
PER IL RILIEVO E LO STUDIO DI MURATURE NEL CENTRO ITALIA POST TERREMOTO, IL CASO DELLA VALLE DEL TRONTO C. Braucher	136
IL CINEMA-TEATRO DI TORVISCOSA: TIPOLOGIA, MATERIALI, TECNICHE E STATO DI CONSERVAZIONE M.V. Santi, S. Vallan, A. Frangipane	151
PROMENADE SU VIA SÃO BENTO A SAN PAOLO, BRASILE: UNA RIFLESSIONE SUL PATRIMONIO CULTURALE R.H. Vieira Santos	164

QUALITÀ EDILIZIA DEGLI ANNI '60: LE CASE GESCAL DI COSENZA A. Campolongo, V. Guagliardi	176
LE COPERTURE LIGNEE DELLA CATTEDRALE DI PALERMO. CONOSCENZA E VALORIZZAZIONE COMPATIBILE C. Vinci, D. Giardina	189
IL RIUSO DEI MATERIALI BELLICI IN ARCHITETTURA. LE PIERCED STEEL PLANK A. Pagliuca, D. Gallo, P. P. Trausi	201
RILEGGERE L'ESPERIENZA INA-CASA: UN NUCLEO EDILIZIO NEL QUARTIERE NESIMA A CATANIA A. Moschella, A. Salemi, A. Lo Faro, A.A. Mondello, A. Roccasalva	211
TOOLS AND METHODS FOR KNOWLEDGE AND GRAPHIC REPRESENTATION	
ARCHIVI DIGITALI GEOREFERENZIATI: ANALISI E RAPPRESENTAZIONE DELLO SVILUPPO DELL'EDILIZIA RESIDENZIALE A BOLOGNA NELLA SECONDA METÀ DEL NOVECENTO A. C. Benedetti, C. Costantino, R. Gulli	225
STRUMENTI BIM PER L'ANALISI TERMICA DEL PATRIMONIO EDIFICATO ESISTENTE R. Agliata, R. Macchiaroli, L. Mollo	241
EXTENDED REALITY (XR) AND ARCHITECTURAL DESIGN PROCESS S. Ahmadzadeh Bazzaz, A. Fioravanti	252
CONSTRUCTION TECHNIQUES AND PERFORMANCE IN EXISTING BUILDINGS	
GLI ISTITUTI DI ELETTRONICA, AUTOMATICA, GEOFISICA E ARTE MINERARIA DELLA FACOLTÀ DI INGEGNERIA DELLA "SAPIENZA" – STRATEGIE PER UN INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA M. Pugnaletto, C. Paolini	262
STORIA DELL'EDILIZIA BOLOGNESE TRA LE DUE GUERRE, 1920-1940 C. Costantino, A.C. Benedetti, G. Predari	277
VINCENZO SINATRA E L'ARTE DEL COSTRUIRE CON LE PIETRE SACRE C. Fianchin	292
AN ENERGY-RESILIENT METHODOLOGY IN CLIMATE CHANGING CHALLENGE FOR HISTORIC DISTRICTS. THE CASE OF A MEDITERRANEAN HISTORIC CENTER E. Cantatore, F. Fatiguso	306
LA BIBLIOTECA TECNICO-SCIENTIFICA NEL CAMPUS DI FISCIANO DELL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO DI NICOLA PAGLIARA C. Sicignano	326
UNA PUNTEGGIATA DI PIETRA IN SIMBIOSI CON IL PAESAGGIO RURALE E URBANO IN SICILIA. ABBEVERatoi, FONTANE, LAVatoi PUBBLICI E CISTERNE NELLA TRADIZIONE COSTRUTTIVA T. Campisi, A. D'Amore, M. Saeli	336
TAMPONATURE PORTATE IN ELEMENTI PREFABBRICATI IN OFFICINA R. Leone, F. Minutoli	350
CENTRI URBANI E VULNERABILITÀ SISMICA. IL CENTRO STORICO DI CATANIA G. Lombardo	368

CINA ITALIA, METODOLOGIE DIFFERENTI DI COSTRUIRE CON LA TERRA CRUDA A. Guida, G. Bernardo, G. Pacente	384
LA VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ COME STRATEGIA PER LA RICOSTRUZIONE POSTSISMICA DEL CENTRO ITALIA. IL CASO STUDIO DEL CENTRO STORICO DI CALDAROLA L. Bernabei, G. Mochi, G. Predari	398
SUSTAINABLE RETROFITTING OF MODERN AND PRE-MODERN HERITAGE	
IL RECUPERO SOSTENIBILE DEL MODERNO: UN FUTURO POSSIBILE PER IL GRATTACIELO RAI DI TORINO E. Chiffi, G. Di Mari, E. Garda, A. Renzulli	411
RIGENERAZIONE BIOCLIMATICA ED AMBIENTALE DEGLI SPAZI APERTI DEL VILLAGGIO SAN LUCA (MS) B. Gherri, V. Maranhao, D. Poletti	428
INTEGRATED AND SUSTAINABLE RENOVATION OF RC FRAMED BUILDINGS THROUGH A NEW TIMBER-BASED ENVELOPE TECHNOLOGY G. Margani, G. Evola, C. Tardo, E.M. Marino	445
PENSIERO <i>LOW TECH</i> /AZIONE <i>LOW COST</i> . UN PROGETTO IN AUTOCOSTRUZIONE PER GLI SPAZI DELLA SCUOLA DI ARCHITETTURA DI CAGLIARI C. Atzeni, S. Cadoni, A. Dessi, F. Marras	457
PONTI TERMICI NELL'EDILIZIA STORICA IN AMBIENTE MEDITERRANEO: VALUTAZIONI E PROPOSTE DI INTERVENTO A. Lo Faro, G. Evola, A. Salemi, V. Costantino	470
UNA METODOLOGIA PER LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA DELLE FACCIATE DEGLI EDIFICI STORICI G. Ruggiero, R. Marmo, M. Nicoletta	488
PATRIMONIO LIQUIDO: STRATEGIE PROGETTUALI PER LA SOSTENIBILITÀ FUTURA DELLE SALINE DI SANTA POLA S. D'Urso, S. Leanza	500
THERMAL IMPROVEMENTS OF EXISTING REINFORCED CONCRETE BUILDINGS BY AN INNOVATIVE PRECAST CONCRETE PANEL SYSTEM S. Martiradonna, F. Fatiguso, I. Lombillo	517
UN APPROCCIO SOSTENIBILE ALLA RIQUALIFICAZIONE DEL PATRIMONIO DI EDILIZIA PUBBLICA RESIDENZIALE: ANALISI ENERGETICA SPERIMENTALE E NUMERICA ED ANALISI ARCHITETTONICA F. Rosso, A. Peduzzi, L. Diana, S. Cascone, C. Cecere	529
LA CONOSCENZA DEL MATERIALE E DELL'OPERA PER UNA GESTIONE E UN RECUPERO SOSTENIBILE DEI MANUFATTI LAPIDEI: METODO E APPLICAZIONE SULL'INVOLUCRO DI MARMO DELLA CASA DELLE ARMI DI LUIGI MORETTI M. Ferrero, G. Arena, J. Navarro Navarro, F. Rosso, N. Vannucchi	548
PROTO-BIOCLIMATICA E MOVIMENTO MODERNO: SOLUZIONI FRANGISOLE IN ITALIA 1945-1965 C. Mele, C. Franchini	566
LA RIQUALIFICAZIONE INTEGRATA DEGLI EDIFICI SCOLASTICI ESISTENTI: UNA METODOLOGIA AHP-BASED PER IL SUPPORTO DECISIONALE E. Sicignano, P. Fiore, C. Falce, G. Donnarumma, E. D'Andria	582

MANAGEMENT AND ECONOMIC DEVELOPMENT OF BUILDING HERITAGE

MODELLI INFORMATIVI PER IL SUPPORTO ALLA DECISIONE NELL'AMBITO DEL MIGLIORAMENTO ENERGETICO DEI PATRIMONI EDILIZI UNIVERSITARI C. Cecchini, M. Morandotti	595
RIGENERARE LE AREE INDUSTRIALI DISMESSE M.P. Gatti, G. Cacciaguerra, A. Lorenzi	609
STRATEGIE PER IL RECUPERO, LA GESTIONE E LA VALORIZZAZIONE DEI SITI ARCHEOLOGICI: IL CASO DELL'ANFITEATRO FLAVIO DI POZZUOLI R. Castelluccio, A. Prota, G. Viotto, V. Vitiello	620
RIFUNZIONALIZZAZIONE DEL PATRIMONIO CULTURALE PUBBLICO: IL CASO DEGLI OSPEDALI STORICI L. Diana, F. Polverino	634
CATALOGO DIGITALE E GESTIONE SMART DEL PATRIMONIO INDUSTRIALE DISMESSO IN BASILICATA A. Guida, V.D. Porcari, A. Lanzolla	653

B – CONSTRUCTION AND BUILDING PERFORMANCE

SUSTAINABILITY IN PRODUCT, DESIGN AND PROCESS INNOVATION

IMITARE PER COSTRUIRE: DALLA NATURA ALLA BIOMIMETICA G. Ausiello, M. Compagnone, F. Sommese	666
I PANNELLI IN SCHIUMA DI ALLUMINIO NELLE ARCHITETTURE SOSTENIBILI G. Ausiello, M. Compagnone, F. Sommese	680
JOINTECH: TECNOLOGIA PER COSTRUZIONI IN LEGNO MULTIPIANO S.M. Cascone, A. Siragusa, G. Russo, N. Tomasello	697
L'AGRICOLTURA VA IN CITTÀ. NUOVE FRONTIERE DELLA SOSTENIBILITÀ ALIMENTARE G. Di Mari, E. Garda, C. Longo, A. Renzulli	712
COSTRUIRE SOSTENIBILE: IL CASO STUDIO DEL COMPLESSO "VILLE LE DUE QUERCE" D. Besana, G. Casubolo, M. Mastrangelo	727
VALUTAZIONE COMPARATIVA DELLE PRESTAZIONI MECCANICHE DI MALTE CONFEZIONATE CON INERTI DA RICICLO M. Nicoletta, C. Scognamillo, F. Vitale	742
SLICE INNOVATIVE COMPONENTS FOR SMART BUILDING ENVELOPES A. Astuti, F. Giusa, A. Monteleone, G. Rodonò, V. Sapienza, M. Voica	757
LA FILIERA DEGLI ISOLANTI TERMICI SINTETICI VERSO LA CIRCOLARITÀ E L'INFORMATIZZAZIONE A. Cernaro, O. Fiandaca	771
PROGETTARE LA CAPACITÀ DI ASSORBIMENTO DI UMIDITÀ PER MIGLIORARE COMFORT INDOOR E SOSTENIBILITÀ – UN CASO STUDIO S. Zanon, R. Albatici	790

BIM 7D: LA DIMENSIONE DELLA SOSTENIBILITÀ NEI SISTEMI BIM IN OTTICA DI HEALTHY BUILDINGS A. D'Amico, E. Currà, M. Angelosanti, G. Colò	804
NUOVI STRUMENTI, NUOVE FORME: UNA STRUTTURA VERDE SU UN GRATTACIELO DI MADRID G.D'Angelo, M.Fumo	825
L'ECONOMIA CIRCOLARE E L'INDUSTRIA 4.0 PER LA SICUREZZA DEI LAVORATORI. UN NUOVO PRODOTTO MULTIFUNZIONALE M. Rotilio, P. De Berardinis	834
PROGETTAZIONE SOSTENIBILE DI ARCHITETTURE PER LA ZOOTECNIA: L'ALLEVAMENTO DEI BOVINI DA CARNE D. Bosia, L. Savio, F. Thiebat	848
ANALISI DELL'ISOLA DI CALORE URBANA E DEI SUOI EFFETTI SULLE PRESTAZIONI ENERGETICHE E DI COMFORT DEGLI EDIFICI. CASO DI STUDIO DELLA CITTÀ DI BARI F. Iannone, R. Casale	860
GREEN ROOF SYSTEMS: CHARACTERIZATION OF A LABORATORY TESTING METHOD FOR ASSESSING GROWING MEDIA THERMAL CONDUCTIVITY S. Cascone, A. Gagliano, R. Rapisarda, G. Sciuto	874
 DIGITIZATION, ROBOTICS AND INDUSTRIALIZATION FOR SUSTAINABLE BUILDINGS	
I COMPOSITI PULTRUSI: NUOVE FRONTIERE PER L'INGEGNERIA S.M. Cascone, C. Lagona, N. Tomasello	887
APPROCCIO COMPUTAZIONALE ALLA PROGETTAZIONE: DIGITALIZZAZIONE DEI PROCESSI INFORMATIVI PER L'ARCHITETTURA SOSTENIBILE V. Giannakopoulos, S. Garagnani, A. Fotopoulou, A. Ferrante	901
DIGITAL ASSET MANAGEMENT ENABLING TECHNOLOGIES: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS L. Rampini, N. Moretti, F. Re Cecconi, M.C. Dejacó	919
 LOW-COST AND LOW-CARBON ARCHITECTURE	
LINEE GUIDA PER LA REALIZZAZIONE DI SCUOLE DELL'INFANZIA <i>CARBON ZERO</i> IN ITALIA F. Bazzocchi, C. Ciacci, V. Di Naso	932
POTENZIALE DI RISCALDAMENTO GLOBALE PER LE FASI DI COSTRUZIONE E GESTIONE DELLE SCUOLE DELL'INFANZIA <i>CARBON ZERO</i> IN ITALIA C. Ciacci, V. Di Naso	950
MATERIALI NATURALI PER L'ISOLAMENTO TERMICO DEGLI EDIFICI S.M. Cascone, N. Tomasello, M. Vitale	964
RIDUZIONE DELL'IMPATTO AMBIENTALE NEGLI EDIFICI ESISTENTI ATTRAVERSO L'USO DI COPERTURE A VERDE PENSILE L. Guardigli, E. Volpe, P. Buttol, P. Sposato	974
IL DEFICIT ABITATIVO IN ARGENTINA: UN APPROCCIO SISTEMICO ATTRAVERSO LA FILIERA DEL LEGNO P. Piantanida, C. Pilar, A. Vottari	992

UNA PROPOSTA SOSTENIBILE E <i>LOW-COST</i> PER IL <i>SOCIAL HOUSING</i> L. Secchiari	1006
ANALYSIS OF BUILDING ENVELOPE RETROFIT STRATEGIES FOR LOW-RISE HIGH-DENSITY RESIDENTIAL HOUSING STOCK IN FOUR INDIAN CLIMATE CONTEXTS A. Sengupta, A.G. Mainini, G. Iannaccone	1018
METHODS AND TECHNIQUES FOR BUILDING MANAGEMENT AND MONITORING	
AUDIT OF THE COOLING ENERGY PERFORMANCE OF AN OFFICE BUILDING RETROFITTED WITH THERMALLY ACTIVATED BUILDING SYSTEMS (TABS) R. Laera, F. Iannone, I. Martínez Pérez, R. Tejedor López, L. de Pereda Fernández, R. Tendero Caballero	1033
DEMOLIRE O RIQUALIFICARE? <i>LIFE CYCLE COST ANALYSIS</i> E PIANO DI MANUTENZIONE PER IL CASO DI STUDIO <i>PRO-GET-ONE</i> M.A. Bragadin, M. D'Alesio, A. Ferrante	1051
INFLUENZA DI MODELLI DI GESTIONE PER IL FUNZIONAMENTO DI SISTEMI OSCURANTI INTERNI SUL CONSUMO ENERGETICO E IL COMFORT LUMINOSO N. Callegaro, S. Pontillo, R. Albatici	1068
UN PROTOCOLLO DI INDAGINE PER LA GESTIONE DEL PATRIMONIO EDILIZIO ESISTENTE. LA TERMOGRAFIA A SUPPORTO DELLA DIAGNOSTICA C. Marchionni, M. Rotilio, P. De Berardinis	1084
MODELLAZIONE NUMERICA DEL PONTE TERMICO TRA PARETE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO E SOLAIO DI INTERPIANO T. Basiricò, A. Cottone	1098
LA SOSTENIBILITÀ COME <i>DRIVER</i> DI PROCESSO PER LA RIQUALIFICAZIONE DEL PATRIMONIO EDILIZIO UNIVERSITARIO I. Garofolo, C.A. Stival, N. Strazza	1110
FINALITÀ DELL'APPLICAZIONE DEL MOTION MAGNIFICATION AI MODELLI HBIM M. Angelosanti	1130
UNCONVENTIONAL SUSTAINABLE BUILDING MATERIALS AND TECHNIQUES	
LIFE CYCLE ASSESSMENT DI UN EDIFICIO SCOLASTICO PROGETTATO SECONDO IL PASSIVE HOUSE STANDARD E. Tomasi Morgano, F. Nocera, G. Mangiafico	1145
“C'ERA UNA VOLTA”: PROCESSO COSTRUTTIVO SOSTENIBILE PER LA PROGETTAZIONE PARAMETRICA DI STRUTTURE TEMPORANEE VOLTATE E MODULARI IN MATERIALE RICICLABILE BIO-BASED M. Bonci, C. Mazzoli, D. Prati	1156
PIÙ LEGGERO DEL BAFFO DI UN GATTO. IL GRAFENE: STORIA DI UN MATERIALE INNOVATIVO G. Di Mari, E. Garda, A. Renzulli, M. Sgro	1173
LA MEMORIA COME MATERIALE DEL PROGETTO DELLA SOSTENIBILITÀ S. D'Urso	1189
SUL VANTAGGIO DEI SISTEMI COSTRUTTIVI MASSIVI IN TERRA BATTUTA PER I PAESI DEL MEDITERRANEO R. Caponetto, G. Giuffrida, F. Nocera	1209

HEMP: PAST, PRESENT, FUTURE FOR A SUSTAINABLE ARCHITECTURE T. Firrone, C. Bustinto	1226
EFFETTO DELLE FIBRE DI BASALTO SULLA RESISTENZA A COMPRESSIONE DELLA TERRA CRUDA M. La Noce, M. Bosco, G. Sciuto	1241
LA SPERIMENTAZIONE TECNO-TIPOLOGICA NEL PROGETTO DI UN SISTEMA PREFABBRICATO MODULARE AD USO DIREZIONALE: UN CASO STUDIO A L'AQUILA F. Cavalieri, L. Capannolo, G. Di Giovanni, P. De Berardinis	1256
ANALISI ENERGETICA DINAMICA E STRUTTURALE DI MODULI RICETTIVI IN XLAM F.A. Russo, G. Cocuzza Avellino, M. Detommaso, C. Borgia, F. Nocera, N. Impollonia	1268
SHAKE TABLE TESTS ON FULL-SCALE CONFINED STONE WALLS M. Brocato, D. Caraccio, D. Cascone, L. Jonard, F. Lo Iacono, M. Liuzzo, G. Navarra, M. Oliva, K. Rahmouni, J. Skinazi, G. Tesoriere, S. Tumbarello	1280
MALTE CEMENTIZIE A BASE DI GRAFENE: PROCESSO PRODUTTIVO E PROPRIETÀ S. Polverino, F. Bonaccorso, A. Brencich, A.E. del Rio Castillo, L. Marasco, R. Morbiducci	1294

C – BUILDING AND DESIGN TECHNIQUES

SUSTAINABILITY PRINCIPLES AND PRACTICES FOR BUILDING REUSE AND RENOVATION

DALLO STUDIO ARCHEOLOGICO DELLE MALTE STORICHE ALLA PROGETTAZIONE DELLE MALTE DA RESTAURO. CASE STUDY: LE TERME ACHILLIANE DI CATANIA S.M. Cascone, G.A. Longhitano, L. Longhitano, N. Tomasello	1310
NUOVE TECNOLOGIE PROGETTUALI PER IL RIUSO E LA RIQUALIFICAZIONE SOSTENIBILI DI AMBIENTI IPOGEI DI VALORE CULTURALE E. Quagliarini, G. Bernardini, M. Lucesoli, B. Gregorini, M. D’Orazio	1326
APPROCCI PROBABILISTICI ALLA VALUTAZIONE DEI COSTI GLOBALI DI INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SISMICO DI EDIFICI G. Maracchini, E. Di Giuseppe, F. Stazi, M. D’Orazio	1338
ELEMENTI DI RIFLESSIONE TEORICO-PRATICA PER LA RIQUALIFICAZIONE SOSTENIBILE E. Conte	1355
STRATEGIE DI DENSIFICAZIONE PER LA RIQUALIFICAZIONE SOSTENIBILE DELLE CITTÀ. IL CASO DEL QUARTIERE KALLITHEA AD ATENE A. Ferrante, A. Fotopoulou, C. Mazzoli	1368
STUDIO DELLA METODOLOGIA PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO TECNICO-ECONOMICO NEGLI INVESTIMENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA: IL PROGETTO EENVEST G. Salvalai, G. Paoletti, M.M Sesana, A. Andaloro	1386
RECUPERO E RIQUALIFICAZIONE INTEGRATA DELLE SCUOLE DEL REGNO A ROMA: STRATEGIE DI INTERVENTO ENERGETICO SOSTENIBILE E. Currà, M. Russo, L. Severi, E. Habib, M. Morganti, S. Grignaffini	1398
VALUTAZIONE DI STRATEGIE DI INTERVENTO PER LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DI INVOLUCRI EDILIZI TRASPARENTI S. Colajanni e A. Schifano, E.A. Altopiano	1414

ANALISI STORICO-ARCHITETTONICA E RIUSO SOSTENIBILE DEI CONVENTI CAPPUCCINI DELL'ANTICA PROVINCIA RELIGIOSA DI BASILICATA-SALERNO L. Gargano, G. Donnarumma	1431
RECUPERO FUNZIONALE DI PAVIMENTAZIONI IN CALCESTRUZZO MEDIANTE TRATTAMENTO SUPERFICIALE CON POLIUREA E FINITURA ACRILICA: PROVE DI LABORATORIO E TEST APPLICATIVO F. Manzone, S. Errico, E. Portigliatti, D. Vasquez	1442
GLI INTONACI TRADIZIONALI: UNA SOSTITUZIONE (POCO) SOSTENIBILE A. Lo Faro, A. Mondello, A. Moschella, A. Salemi	1451
UN PROGETTO DI RIGENERAZIONE BIM-BASED: L'ESPERIENZA DI ELISIR – ENERGY, LIFESTYLED & SEISMIC INNOVATION FOR REGENERATED BUILDINGS L.C. Tagliabue, A.L.C. Ciribini	1465

TOOLS FOR BUILDING DESIGN AND MANAGEMENT

METODOLOGIA PER LO SVILUPPO DI UN SISTEMA DI SUPPORTO DECISIONALE PER LA RIQUALIFICAZIONE SISMICA ED ENERGETICA DI EDIFICI A STRUTTURA INTELAIATA A. Artino, R. Caponetto, G. Evola, G. Margani, E.M. Marino	1483
DAL DETTAGLIO COSTRUTTIVO ALL'ANALISI DEL PONTE TERMICO ATTRAVERSO IL BIM G. Desogus, A. Sanna, M. Soddu, E. Quaquero	1496
THE DESIGN CRITERIA SYSTEM (DCS): A MULTICRITERIA EVALUATION MODEL TO IMPLEMENT ADAPTIVE REUSE STRATEGIES IN ABANDONED INDUSTRIAL CONTEXTS C. Vizzarri, F. Fatiguso	1508
PROGETTAZIONE E VERIFICA DEL SISTEMA DI ESODO CON STRUMENTI ALTERNATIVI: LA REALTÀ VIRTUALE IMMERSIVA R. Vancetti, E. Cereda	1526
VERSO LA NORMALIZZAZIONE DEL MATERIALE TERRA CRUDA IN ITALIA M. Achenza, A. Agus	1535

INTEGRATED DESIGN

INNOVATION FOR INCLUSION: THE 3D PRINTING TECHNOLOGY TO ENJOY THE CULTURAL HERITAGE F. Auricchio, A. Greco, G. Alaimo, V. Giacometti, S. Marconi, V. Mauri	1549
UN BIVACCO DI MONTAGNA PER GLI APPENNINI P. De Berardinis, G. Di Giovanni, M. Paolucci	1563
UN <i>FRAMEWORK</i> MULTISCALARE PER L'AUMENTO DI RESILIENZA E SOSTENIBILITÀ NELLE AREE URBANE: METODO E APPLICAZIONE AD UNO SCENARIO ESPLORATIVO AL 2050 S. Mannucci, F. Rosso, A. Peduzzi, C. Cecere, M. Ferrero	1579
RIQUALIFICAZIONE INTEGRATA E SOSTENIBILE DI EDIFICI ESISTENTI CON ESOSCHELETRI A GUSCIO PREFABBRICATI: IL CASO STUDIO ADESA J. Zanni, S. Cademartori, A. Marini, A. Belleri, E. Giuriani, P. Riva, B. Angi, G. Franchini, A.L. Marchetti, P. Odorizzi, G. Luitprandi	1596

LA VENTILAZIONE URBANA NELLA CITTÀ COMPATTA MEDITERRANEA: UNA METODOLOGIA OPERATIVA MULTIDISCIPLINARE PER MIGLIORARE LA SOSTENIBILITÀ E LA RESILIENZA DELLE AREE URBANE O. Palusci, C. Cecere	1609
UNA CONCEZIONE UNITARIA PER UN COSTRUIRE SOSTENIBILE P. Fiamma	1628
SENSIBLE NETWORKED FAÇADE UNIT FOR A HEALTHY AND COMFORTABLE ENVIRONMENT T. Poli, A. G. Mainini, A. Speroni, J.D. Blanco Cadena, F. Re Cecconi, S. Rinaldi, P. Bellagente, L. Tagliabue, A. Ciribini	1643
LA “SOSTENIBILITÀ PAESAGGISTICA” NELL’ERA GLOBALE: L’OPERA DI FERNANDO MENIS TRA ARCHITETTURA E PAESAGGIO S. Calvagna	1654
 ARCHITECTURE FOR EMERGENCIES	
MAM: UN MODULO ABITATIVO TEMPORANEO PERSONALIZZABILE E AUTOCOSTRUIBILE S. De Gregorio, P. De Berardinis, P. Rossi	1668
PROGETTAZIONE SOSTENIBILE DI UN MODULO ABITATIVO PER L’EMERGENZA G. Sciuto	1681
COOLING ISLANDS: MICROARCHITETTURE PER IL BENESSERE DELLE UTENZE DEBOLI DURANTE LE ONDATE DI CALORE IN AMBITO MEDITERRANEO R. Corrao, A.R. Cataldo, G. L. Danesi	1696
ARCHITETTURE ADATTIVE MEDIANTE UN NUOVO MODULO TENSEGRALE PIEGHEVOLE DI TIPO T4 G. Ruscica, A. Micheletti	1714
 PARTICIPATORY PROCESSES (DESIGN AND CONSTRUCTION)	
APPROCCIO <i>USER-ORIENTED</i> PER IL RINNOVAMENTO ENERGETICO: L’ANALISI ETNOGRAFICA APPLICATA AI PROGETTI DI RIQUALIFICAZIONE D. Prati, S. Spiazzi, G. Cerinšek, A. Ferrante	1724
I QUADERNI DEL LUMASSÌN. CRONACHE DI CANTIERE A. Renzulli, R. Mazelli, A. Bocco	1743
BENI CULTURALI COME BENI COMUNI: MODELLI DI GESTIONE PARTECIPATA PER UNA EFFICACE VALORIZZAZIONE M.R. Pinto, S. De Medici	1759
VALUING HERITAGE FROM A COMMUNITY-BASED PERSPECTIVE. SOME REFLECTIONS FOR THE MAKING OF THE ECOMUSEUMS IN SICILY, IT G. Pappalardo	1776

COMMITTEES

Ar.Tec. Council

Riccardo Gulli – President
Marco D’Orazio – Vice-president
Rossano Albatici – Board member

Santi Maria Cascone – Board member
Fabio Fatiguso – Board member
Manuela Grecchi – Board member

Scientific committee

Rossano Albatici
Frida Bazzocchi
Carlo Caldera
Rosa Caponetto
Santi Maria Cascone
Rossella Corrao
Giorgio Croatto
Marco D’orazio
Enrico Dassori

Enrico De Angelis
Pierluigi De Berardinis
Flavia Fascia
Fabio Fatiguso
Annarita Ferrante
Marina Fumo
Ilaria Garofolo
Maria Paola Gatti
Manuela Grecchi

Antonella Guida
Riccardo Gulli
Tullia Iori
Raffaella Lione
Grazia Lombardo
Angelo Lucchini
Giuseppe Margani
Marco Morandotti
Renato Morganti
Stefania Mornati

Angela Moschella
Placido Munafò
Tiziana Poli
Francesco Polverino
Enrico Quagliarini
Angelo Salemi
Vincenzo Sapienza
Gaetano Sciuto
Enrico Sicignano
Gabriele Tagliaventi

Organizing committee

Steering committee
Santi Maria Cascone
Giuseppe Margani
Vincenzo Sapienza

Professional conference organizer
Antonio Artino
Stefano Cascone
Gianluca Rodonò



Studio della metodologia per la riduzione del rischio tecnico-economico negli investimenti di riqualificazione energetica: il progetto EENVEST

G. Salvalai^{1*}, G. Paoletti², M.M Sesana³, A. Andaloro⁴

^{1*} Politecnico di Milano, Dipartimento ABC, Milano, graziano.salvalai@polimi.it

² Eurac research, Institute for Renewable Energy, Bolzano, giulia.paoletti@eurac.edu

³ Politecnico di Milano – Polo Territoriale di Lecco, Lecco, marta.sesana@polimi.it

⁴ Eurac research, Institute for Renewable Energy, Bolzano, annalisa.andaloro@eurac.edu

Abstract

La Direttiva sull'efficienza energetica (EED) (Direttiva 2012/27/UE) e la Direttiva sul rendimento energetico degli edifici (EPBD) e relativo aggiornamento (Direttiva 2018/844) contengono entrambe prescrizioni tecniche per aumentare il rendimento energetico del patrimonio edilizio europeo. Tuttavia, la sfida maggiore per ridurre il consumo totale di energia negli edifici consiste nell'aumentare al 3% l'attuale tasso di ristrutturazione pari a circa all'1,2% annuo, senza compromettere la qualità e l'efficacia delle misure di miglioramento tecnico. Uno dei principali ostacoli che impediscono l'adozione massiccia delle ristrutturazioni da parte del mercato è la mancanza di fiducia dovuta ai rischi tecnici e finanziari associati al processo e ai risultati ottenibili. La percezione del rischio che circonda le operazioni di ristrutturazione degli edifici è un fattore importante nella maggior parte delle operazioni di finanziamento legate all'efficienza energetica e richiede un'indagine più approfondita. Il progetto EEnvest (Risk Reduction for Building Energy Efficiency Investments), finanziato dal programma Horizon 2020 della Commissione Europea, propone un'analisi e valutazione del rischio affinché sia identificata una consapevolezza del rischio e del gap finanziario legato alle attività di ristrutturazione degli edifici, fornendo informazioni tecnico-finanziarie standardizzate, verificate e stimate su una ampia serie di fonti di costi e ricavi relativi ad operazioni di efficientamento energetico di edifici esistenti. L'obiettivo principale del progetto EEnvest è di garantire la fiducia degli investitori in azioni di efficientamento energetico degli edifici esistenti del settore commerciale, attraverso un quadro strutturato capace di valutare per ogni azione di efficientamento energetico il rispettivo rischio tecnico e finanziario connesso. Nel presente report è presentato il progetto complessivo, l'obiettivo finale e gli studi preliminari relativi allo sviluppo di un solido e replicabile modello di valutazione del rischio tecnico legato alle azioni di riqualificazione energetica di edifici commerciali per uffici.

1. Introduzione

In accordo con gli obiettivi introdotti dalla conferenza sul clima di Parigi del dicembre 2015 (COP21), l'Unione Europea ha fissato per il 2030 ambiziosi impegni al fine di: 1) ridurre le emissioni di gas a effetto serra di almeno il 40% entro il 2030 rispetto ai livelli registrati nel 1990, 2) aumentare la quota d'uso delle fonti rinnovabili di almeno il 32%, 3) migliorare la sicurezza energetica, la competitività e la sostenibilità di tutti i paesi membri dell'Unione. In tale scenario la Direttiva (UE) 2018/2002 [1], ha fissato al 2030 obiettivi di efficienza energetica molto ambiziosi e pari ad almeno il 32,5%, supportata nell'ambito delle energie rinnovabili dalla Direttiva (UE) 2018/2001 che stabilisce, al medesimo orizzonte temporale, un obiettivo vincolante di energia proveniente da fonti rinnovabili pari ad almeno il 32% [2].

In tale scenario, diversi studi hanno evidenziato il ruolo chiave delle misure di efficienza energetica nel settore edilizio per il conseguimento degli obiettivi energetici prefissati. L'EU Building Stock Observatory (Osservatorio europeo del parco immobiliare) ha individuato tre livelli di ristrutturazione in funzione del risparmio di energia primaria: leggera inferiore al 30%, media tra il 30% e il 60%, e profonda oltre il 60%. La diffusione di interventi di riqualificazione profonda degli edifici esistenti determinerebbe in media una riduzione dei fabbisogni energetici del 36% [3], riducendo al contempo la dipendenza dalle importazioni di energia, creando crescita, innovazione e occupazione, e rendendo gli edifici più confortevoli e salubri.

Dato il potenziale di risparmio, il settore edile è un'area di intervento prioritaria normata da precise iniziative legislative contenenti disposizioni al fine di incrementare il tasso, la qualità e l'efficacia delle ristrutturazioni edilizie, ad oggi ancora marginali e pari all'1,2% l'anno [4]. Recenti studi condotti dal Building Performance Institute Europe (BPIE) effettuati a partire dall'analisi dei certificati di efficienza energetica (EPC – Energy Performance Certificate) hanno dimostrato come il 97,5% del patrimonio edilizio esistente sia certificato in classi di efficienza ben inferiori alla Classe A, pertanto l'applicazione di misure di efficientamento sia per quanto riguarda l'involucro che le componenti impiantistiche risultano fondamentali per il raggiungimento degli obiettivi comunitari imposti e pilastri importanti per la transizione energetica verso un'Europa neutrale dal punto di vista climatico [5]. Tuttavia, nonostante la crescita registrata negli ultimi anni il mercato della riqualificazione energetica continua ad essere limitato da numerosi ostacoli che ne impediscono un'intensa diffusione tra i quali: i) l'assenza di adeguati strumenti finanziari, ii) l'imprevedibilità del rendimento; iii) l'incertezza sul rischio dell'investimento; iv) l'assenza di approcci standardizzati di valutazione del rischio; v) l'assenza di un luogo virtuale in cui sia facilitato l'incontro tra domanda e offerta di riqualificazione energetica, così come di condivisione e monitoraggio di pratiche esemplari.

Una barriera che limita l'iniziativa di singoli piccoli e medi investitori è infatti la percezione del livello di rischio, determinante ai fini della decisione di puntare su tecnologie più efficienti, che pur offrendo maggiori risparmi sul lungo periodo, richiedono maggiori investimenti iniziali.

Il seguente documento introduce gli obiettivi e le attività in corso del progetto EENVEST – Risk reduction for Building Energy Efficiency investments – finanziato dall'UE (H2020-EU.3.3.7-3.3.1) pensato con l'obiettivo di supportare tutti gli attori della filiera edile nella definizione di interventi di efficienza energetica del parco edilizio esistente, includendo gli investitori come soggetto cen-

trale da mettere al corrente su tutte le valutazioni relative agli elementi di potenziale rischio e dei relativi impatti attesi. Il progetto, iniziato nel giugno 2019, è strutturato su 36 mesi di attività e vede il coinvolgimento di diversi partner internazionali con competenze in ambito sia tecnico che economico, e collaborazioni con numerose esperienze di progetti finanziati a livello comunitario.

2. Concept e struttura del progetto EENVEST

L'ambiente costruito e nello specifico gli edifici, sono dei sistemi molto articolati, costituiti dall'insieme di diverse tecnologie strettamente integrate, il cui sviluppo richiede un enorme quantità di studi, competenze e ore di lavoro, nonché un notevole investimento economico. Un'attenta valutazione dell'intero processo di sviluppo del progetto fin dalle fasi iniziali diventa fondamentale al fine di identificare gli obiettivi e indirizzare le decisioni [6]. Le attività connesse al settore edile ed in particolare quelle di efficientamento energetico degli edifici esistenti sono in generale complesse e articolate, caratterizzate da elevati rischi sia di natura tecnica sia finanziaria, a cui si aggiungono vincoli temporali stringenti che spesso contribuiscono ad aumentare le incertezze in termini di qualità e performance dell'operazione stessa. Diventa quindi fondamentale la definizione di una metodologia di stima del rischio connesso alle attività di ristrutturazione edilizia, in modo da ridurre quanto possibile l'esposizione degli investitori ed assicurare qualità del prodotto finito tutelando in questo modo l'utente finale, che nella visione di progetto corrisponde con la figura dell'investitore finanziario. Il progetto EEnvest mira a sostenere gli investitori (utilizzatori dell'edificio, ma soprattutto finanziatori esterni) durante il processo decisionale, traducendo le attività tecniche e gli indicatori di prestazione energetica in indicatori economici in grado di evidenziare il livello di rischio dell'operazione in atto. A supporto del processo decisionale il metodo di analisi introduce ulteriori indicatori legati al processo di riqualificazione quali: l'aumento del valore dell'attività commerciale, la riduzione dei costi di manutenzione, il miglioramento della produttività ed il miglioramento della salute e del benessere degli utenti [7].

Oltre alla metodologia di analisi, il progetto propone lo sviluppo di una piattaforma web "search&match" in grado, da un lato di fornire un luogo di incontro tra domanda e offerta e, dall'altro, di raccogliere casi virtuosi per i quali l'intero processo tecnico-economico di riqualificazione ha raggiunto risultati positivi sia dal punto di vista tecnico sia finanziario e quindi potenzialmente replicabile.

Il progetto considera come target edifici ad uso commerciale, di proprietà pubblica e privata, e intende produrre un metodo estimativo standardizzato, replicabile e riconosciuto a livello internazionalmente applicabile anche per gli edifici ad uso residenziale. La replicabilità del framework di valutazione dall'ambito commerciale a quello residenziale è assicurata dal contributo di un partner chiave, l'associazione internazionale dei proprietari di immobili (UIPI), che al proprio interno custodisce un know-how specifico sulle problematiche legate alla tipica frammentazione della proprietà nel caso degli edifici sperimentali. La metodologia sviluppata sarà applicata a due edifici, uno localizzato in Italia e uno in Spagna, di diversa dimensione e natura, rispettivamente ad uso uffici il primo e ad uso residenziale il secondo, per i quali tutto il processo di riqualificazione sarà soggetto ad una adeguata valutazione (due-diligence) tecnico-finanziaria. L'attività sperimentale ha lo scopo di incrementare la credibilità dei processi di riqualificazione come strumenti finanziari, fornendo al mercato una

nuova opzione di investimento caratterizzata da tempi di rientro certi e profili di rischio moderati. Disporre di un metodo di calcolo del rischio tecnico-finanziario esatto, affidabile e condiviso potrà portare ad una riduzione dei tassi di credito per il finanziatore e contemporaneamente ad una maggiore allocazione di capitale in processi virtuosi.

L'obiettivo cardine è quindi quello di promuovere il dialogo tra due specifiche aree professionali che difficilmente condividono lo stesso linguaggio: da un lato quella tecnica (ingegneria e architettura) sempre più complessa ed articolata e, dall'altro, quella degli investitori finanziari e proprietari immobiliari.

La piattaforma EEnvest attraverso definiti passaggi permetterà, da un lato, un'attendibile valutazione degli investimenti a vantaggio di potenziali investitori, e dall'altro, fornirà a proprietari di immobili e sviluppatori o gestori immobiliari chiare informazioni tecnico-finanziarie, supportate da indicatori condivisi tipicamente utilizzati in ambito economico-finanziario.

Considerando gli obiettivi generali sopra descritti, EENVEST fissa due obiettivi cardine al fine di promuovere situazioni favorevoli alle operazioni di efficientamento energetico del parco edilizio esistente:

- definire un quadro strutturato per la valutazione del rischio tecnico;
- definire chiari indicatori di relazione tra rischio tecnico e rischio economico.

Il raggiungimento dei due obiettivi consentirebbe un incremento degli investimenti di efficienza energetica, consentendo agli investitori di valutare la redditività dei progetti senza dover necessariamente approfondire l'aspetto tecnico-esecutivo, risparmiando tempo, risorse e riducendo drasticamente il rischio economico connesso. Il focus del progetto è sulla fase di progettazione tecnica avanzata (definitiva-esecutiva) e non include una valutazione della fase di programmazione dell'intervento, che al momento dell'applicazione della metodologia EEnvest si intende già conclusa. Infatti, EEnvest si pone l'obiettivo di supportare scelte di finanziamento legate al rischio tecnico specifico per interventi di risanamento energetico già definiti, ovvero consentendo una comparazione tra differenti scenari.

Facendo leva sull'applicazione di solidi modelli economici, che consentano di tradurre le caratteristiche tecniche dell'edificio in indicatori di rischio economico misurabili, è possibile incrementare il tasso di fiducia del mondo finanziario con positivi effetti sull'incremento del numero di operazioni di risanamento energetico e conseguentemente sulla riduzione dei fabbisogni energetici del parco edile esistente.

L'approccio proposto dal progetto EENVEST si basa sui seguenti pilastri, che garantiscono la solidità delle operazioni di riqualificazione (Fig. 1):

- definizione di quadro strutturato di conoscenze tecniche, includendo sia le possibili misure di efficientamento energetico sia la relativa stima in termini di riduzione dei consumi energetici [8-11](2 dei costi di costruzione e di manutenzione delle prestazioni nel tempo);
- sviluppo di un metodo strutturato di valutazione del rischio finanziario, nel calcolo sono inclusi parametri di valutazione delle prestazioni energetiche tradotti in indicatori finanziari;
- definizione di un approccio standardizzato per lo svolgimento di analisi tecnico-finanziarie e individuazione di metodi per la misura finanziaria delle operazioni di riqualificazione sia più tradizionali (EPC – Energy performance contracting) sia innovative come gli accordi di “crowdfunding”, o mutui ipotecari vincolati all'efficienza energetica dell'edificio.

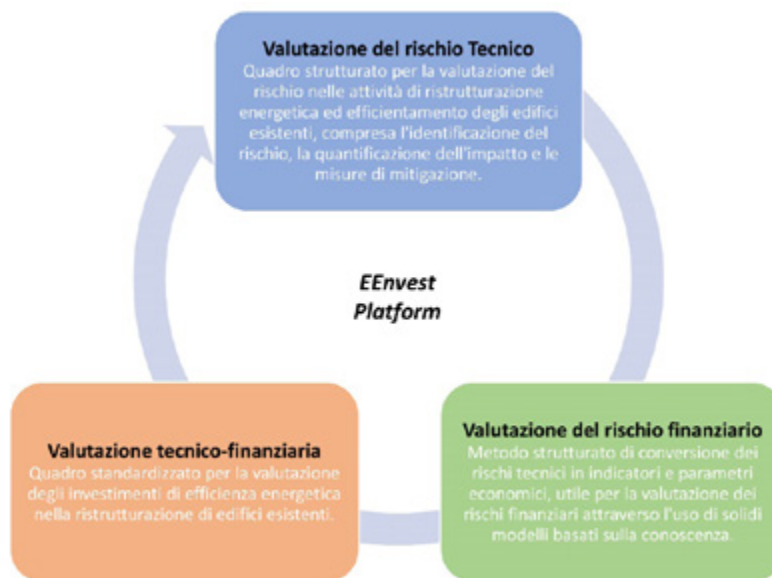


Fig. 1. Concetto del progetto EENVEST – © 2020, EEnvest consortium.

La struttura del progetto include 7 Work Packages (WPs) che vanno dalla raccolta ed elaborazione di dati e descrizioni tecniche (WP2), allo studio di modelli economico-finanziari (WP3), alla combinazione di parametri tecnico-economici per valutare diversi tipi di investimenti in efficienza energetica e abbinarli a meccanismi di finanziamento (WP4).

Le attività connesse ai WP2, WP3 e WP4 permetteranno di ricavare degli indicatori a popolamento della piattaforma EEnvest di valutazione degli investimenti, la quale sarà tecnicamente costruita all'interno del WP5 e fornirà agli utenti la possibilità di interrogare il database in accordo a delle *query* predefinite (in background nella piattaforma), e supportare il loro processo decisionale attraverso indicatori di rischio semplificati. I risultati dell'attività di modellazione svolta nel WP4 saranno inoltre validati attraverso una stretta collaborazione con un *Advisory Board* esterno costituito da quattro esperti della filiera edilizia, e copriranno il settore finanziario e lo sviluppo immobiliare e valutazione del cespite, in modo da produrre una metodologia condivisa e potenzialmente utilizzabile dai diversi attori del mercato. La metodologia sarà testata su due edifici dimostratori (WP6) con l'elaborazione finale della valutazione tecnico-economica (due-diligence tecnico-finanziaria).

3. Analisi del rischio tecnico associato alle riqualificazioni energetiche

Le attività previste all'interno del WP2, relative cioè allo studio dei rischi tecnici associati alle misure di efficientamento energetico dei lavori di riqualificazione, sono le prime sviluppate in questi mesi di progetto, e suddivise per obiettivi in 4 *Tasks* di lavoro, quali:

- sviluppo di un metodo di valutazione del rischio tecnico solido e replicabile, associato ad azioni di efficienza energetica (Task 1);

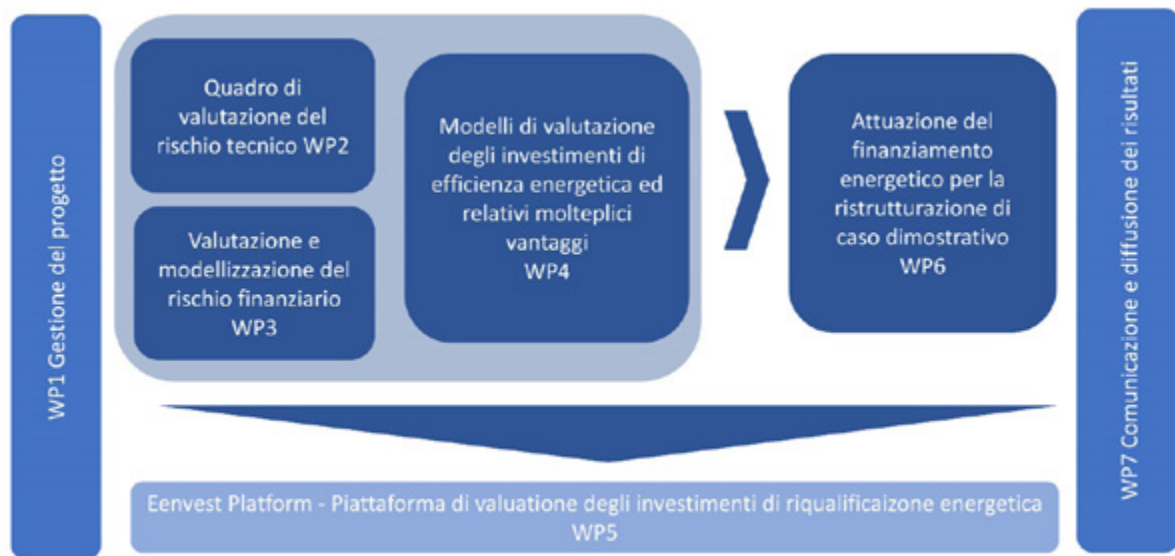


Fig. 2. Struttura del progetto e relazione tra i WPs – © 2020, EEnvest consortium.

- identificazione dei rischi tecnici nelle diverse fasi di sviluppo del progetto: progettazione, messa in opera, utilizzo e manutenzione (Task 2);
- definizione delle misure di mitigazione dei possibili rischi individuati nelle precedenti fasi (Task 3);
- sviluppo di raccomandazioni specifiche per la valutazione del rischio e le relative misure di mitigazione dei rischi in base alle caratteristiche del progetto (Task 4).

Task 1

In questo task sono state identificate le misure di efficientamento energetico suddivise in macro-categorie dell'edificio: misure di efficientamento dell'involucro edilizio, degli impianti tecnologici e dei sistemi di produzione energetica da fonti rinnovabili.

Per ogni misura identificata sono stati ipotizzati i rischi tecnici legati a problemi progettuali (errori di calcolo o errate pianificazioni), costruttivi (errata messa in opera o installazione) o malfunzionamenti (intrinseci al componente). Il metodo di valutazione del rischio tecnico si compone di due parametri, le perdite energetiche e i danni, che solitamente incidono negativamente sul business plan dell'intervento di riqualificazione energetica, dal rendimento energetico dell'edificio ai costi di esercizio, manutenzione e valore commerciale dell'edificio stesso. Le problematiche tecniche sono state identificate sulla base di una ricerca bibliografica per poi essere presentate e convalidate ad un comitato esterno costituito da esperti del settore con specifica esperienza nel settore delle costruzioni.

Task 2

In parallelo all'individuazione e categorizzazione dei rischi di ogni misura di efficientamento energetico, saranno identificate le misure di mitigazione del rischio relative a diversi aspetti:

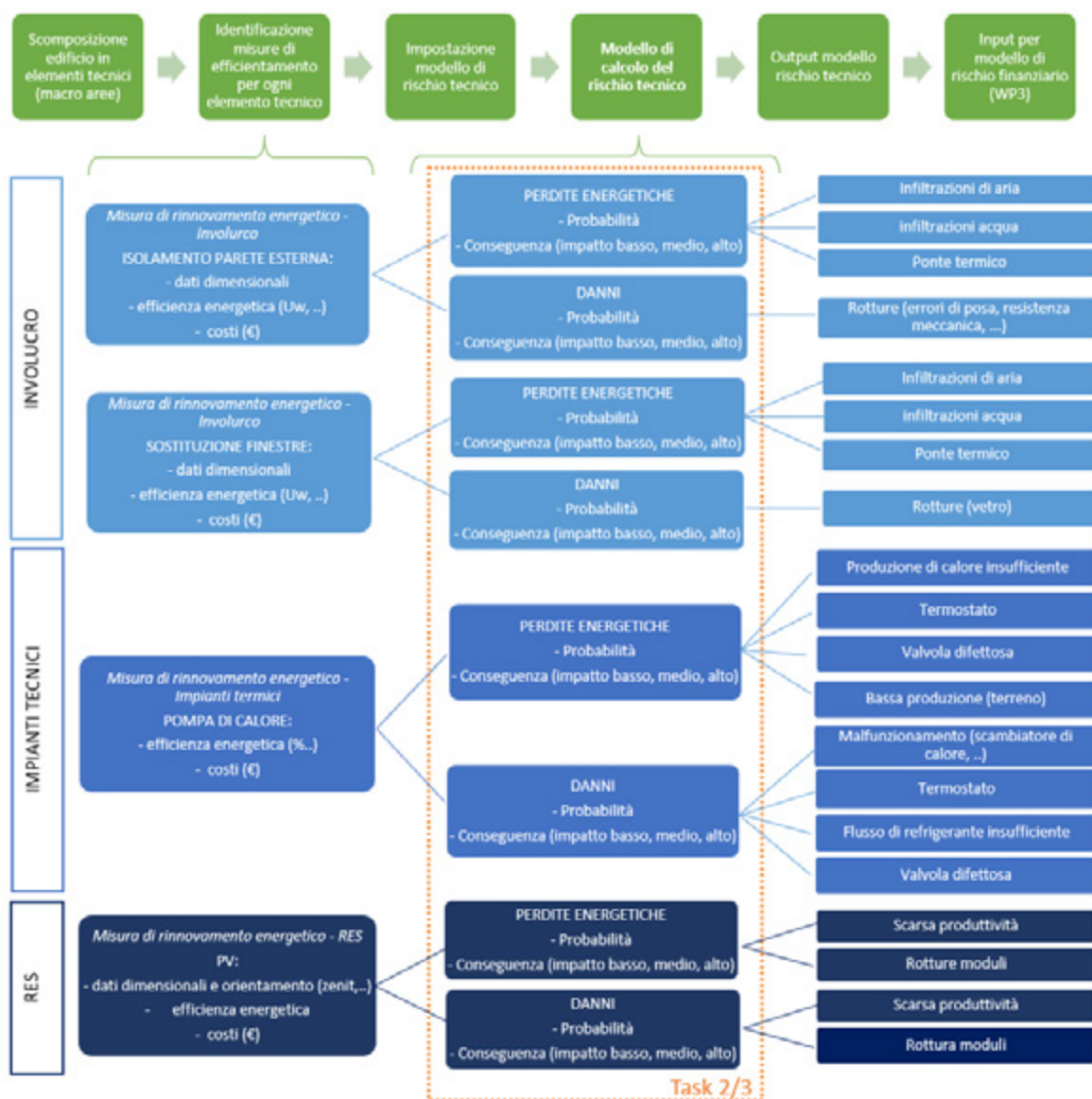


Fig. 3. Struttura del WP2: Valutazione del rischio tecnico delle misure di efficientamento energetico, con esempio di due misure di efficientamento. Composizione delle fasi di analisi della metodologia di analisi utilizzata per l'analisi del rischio tecnico (in arancione) – Esempio di applicazione delle varie fasi di sviluppo, attraverso la definizione di alcune misure di efficientamento energetico (in azzurro) © 2020, EEnvest consortium.

dalla tipologia di prodotto, al metodo di applicazione, installazione e manutenzione. Attraverso un'analisi dettagliata saranno identificate le influenze sul valore finale dell'edificio, dalla qualità estetica, al comfort termico-lumino-acustico, l'usabilità ecc. durante tutta la filiera e per ogni specifica fase del progetto, dal design alla messa in opera, e manutenzione. Le misure di mitigazione del rischio individuate saranno condivise con gli stakeholder e contenute nella piattaforma EENVEST, in un repository dettagliato e di facile accesso e navigazione, affinché siano elementi utili di miglioramento da utilizzare durante le diverse fasi dal progetto ed esecuzione dell'opera.

Task 3

Lo scopo di questa attività è misurare l’impatto delle misure di mitigazione, in termini di prestazioni energetiche, comfort e variazione del valore commerciale post ristrutturazione. La valutazione (e rispettiva quantificazione) avverrà attraverso un approccio combinato, qualitativo-quantitativo, di dati già presenti in diverse banche dati disponibili, sia di banche dati pubbliche, di progetti passati, sia private di proprietà dei partner del consorzio o esterni. La presenza di informazioni e dati esaustivi e completi permetterà di costruire un metodo analitico quantitativo applicabile nella quantificazione dei possibili scenari di rischio. Tuttavia, in caso di dati incompleti, l’analisi sarà supportata da simulazioni parametriche in grado di fornire la variabilità degli impatti in funzione delle diverse problematiche tecniche identificate. Le misure di efficientamento energetico saranno analizzate e il loro impatti (efficacia) in termini di efficienza energetica e danno (costo inatteso), saranno stimati in funzione del valore finale dell’edificio e della reversibilità dell’impatto del rischio.

Task 4

L’attività 4, prevista a chiusura del WP2, ha lo scopo di sviluppare azioni mirate per evitare o mitigare il rischio identificato sotto forma di linee guida: (i) per la progettazione di interventi di ristrutturazione “a rischio ridotto”; (ii) per la gestione delle strutture con limitati costi operativi; (iii) per la valutazione del rischio tecnico nelle azioni di ristrutturazione degli edifici commerciali, a garanzia di investitori. Tali proposte saranno elaborate utilizzando gli output delle attività precedenti e saranno comprovate da profili di rischio in termini di frequenza, probabilità e severità. I profili di rischio generati serviranno come input per la modellazione e la valutazione del rischio finanziario, il cui modello matematico sarà sviluppato nel WP3.

4. Relazione tra rischi tecnici ed impatti economici

Lo studio delle situazioni di rischio applicato al progetto di ristrutturazione edilizia ed efficientamento energetico degli edifici esistenti analizza due diversi aspetti strettamente legati tra loro: da un lato l’identificazione dei possibili rischi associati alle misure di riqualificazione [12] e, dall’altro, la probabilità e le relative conseguenze delle misure individuate [13].

Il termine “rischio” è un termine generalmente utilizzato quando si può verificare la possibilità di conseguenze negative. In accordo con tale definizione, EENVEST, definisce il “rischio” come lo scostamento (negativo) dai risultati progettuali attesi per effetto di eventi di incerta manifestazione, connessi all’attività di riqualificazione energetica. La misura quantitativa può essere quindi così definita:

$$\text{Rischio} = \text{Probabilità} \times \text{Conseguenza}$$

Dove per “probabilità” si intende la frequenza di accadimento dell’evento indesiderato e per “conseguenza” la reazione successiva all’evento stesso [14-15].

Nello specifico, parliamo di analisi del rischio tecnico, identificato come perdita economica, do-

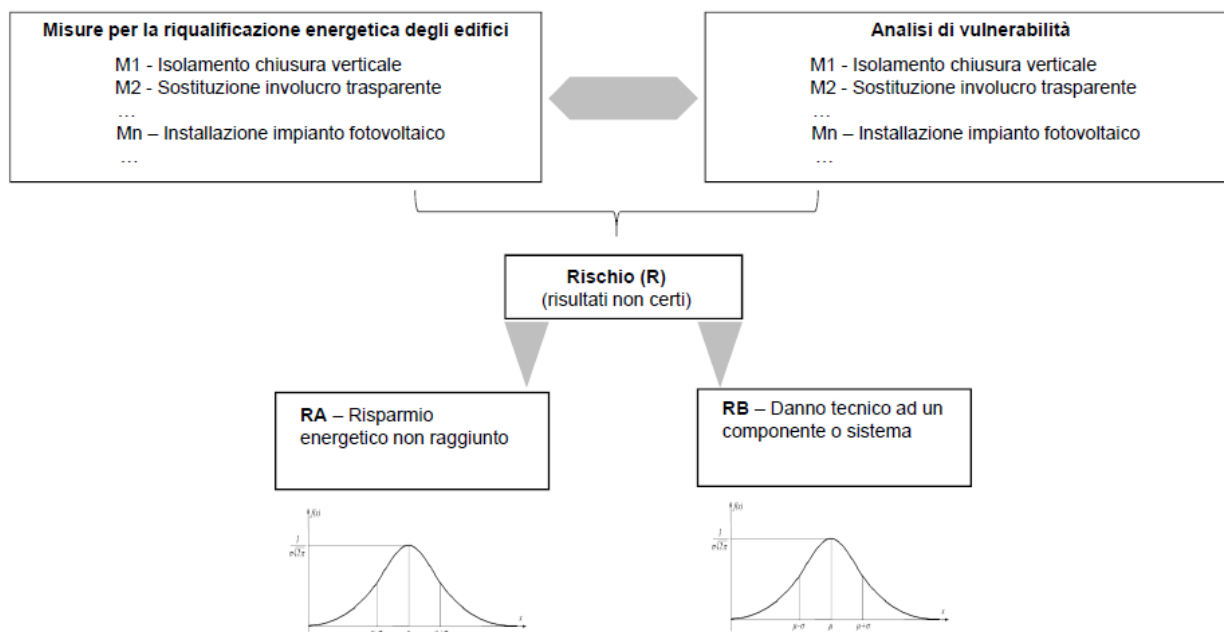


Fig. 4. Schema esemplificativo del processo di analisi del rischio – © 2020, EEnvest consortium.

vuta ad un maggior consumo energetico, un malfunzionamento o la possibilità di danni o qualsiasi altro evento negativo, che si possa verificare nei diversi componenti dell'edificio (elementi architettonici dell'involucro, sistemi HVAC o sistemi FER) a causa di: errori di progetto, di calcolo o di installazione e gestione, nelle diverse fasi di progetto.

L'analisi proposta ha lo scopo di determinare degli indicatori in grado di misurare l'impatto sul ricavo economico, sia dal punto di vista di un aumento (non atteso) del fabbisogno energetico generato da un determinato intervento di riqualificazione (RA in Fig. 4) sia da un danno inaspettato (come per esempio danni da infiltrazioni d'acqua o generiche rotture di componenti) causato dall'intervento stesso (RB in Fig. 4). L'individuazione e l'utilizzo di indicatori di rischio permette di valutare la sostenibilità economica dell'investimento consentendo confronti con diverse modalità di investimento.

La metodologia in corso di definizione, introduce due variabili che identificano il rischio tecnico di una misura di efficientamento: le perdite energetiche e i danni. Le perdite energetiche sono identificate attraverso una probabilità (di accadimento) moltiplicato un fattore variabile di efficienza energetica attesa di ogni intervento di riqualificazione energetica.

$$\text{Perdita energetica} = \text{Probabilità} \cdot \text{Variabilità efficienza energetica attesa}$$

La probabilità di accadimento è valore identificato da letteratura ed esperienza di tecnici del settore, e può dipendere (variare) in funzione di altri fattori, o presenza di altri parametri. Ad esempio, nella misura di efficientamento dell'involucro edilizio "isolamento della parete esterna" (Fig. 3)

la probabilità che sia presente un “ponte termico” (problematica) è considerata nulla nel caso in cui, negli inputs di ingresso, l’utente dichiara che i ponti termici sono corretti.

La “variabilità rispetto all’efficienza energetica attesa” è lo scostamento dal valore atteso (mediante) identificato come scenario base; la variabilità può essere positiva o negativa, e può dipendere da altri fattori. La consideriamo positiva quando è migliorativa rispetto al valore atteso, negativa se comporta una maggiorazione all’efficienza energetica attesa. Nel caso della problematica “*ponte termico*” la sua incidenza potrebbe aumentare o diminuire del valore di compattezza dell’edificio (S/V) considerato un possibile parametro di maggiorazione della difficoltà di progetto e posa in opera della misura di efficientamento – cappotto esterno. Nello stesso modo è calcolato il danno.

$$\text{Danno} = \text{Probabilità} \cdot \text{Conseguenza evento atteso}$$

Per il calcolo della variabile “danno” deve essere considerata congiuntamente la distribuzione della “probabilità” e delle “conseguenze dell’evento atteso”, fattori identificati attraverso interviste a tecnici e manutentori di edifici, esperienze reali e database, e dipende dalla vita utile di ogni componente tecnico-edilizio. Il danno inciderà negativamente sui costi di investimento iniziale e con una variabilità di impatto con aumento contenuto – simile ad un costo di manutenzione ordinaria, e un aumento importante – ovvero uguale o maggiore all’investimento iniziale per ripristino totale della misura di efficientamento. Nel caso del sistema a cappotto un danno potrebbe essere un graduale distacco del materiale isolante dalla parete esistente, con successivo decadimento di materiale: il danno potrebbe essere puntuale e quindi circoscritto a una determinata area (costo manutenzione ordinaria ridotto) o totale se su tutta l’area di applicazione (costo investimento iniziale per ripristino). Le cause del distacco potrebbero essere molteplici e dovute ad errori di messa in opera, da un errata posa del sistema isolante, posa del componente colla, o stato dell’arte del muro esistente (bagnato). La variabilità di tali errori può essere ridotta se si utilizza procedure di verifica come protocolli e in questo caso, un sistema di posa che segue le linee guida ETICS.

La metodologia di calcolo proposta permette, in funzione di alcuni parametri dell’edificio (es. dimensionali), condizioni esterne del contesto (dati climatici), utilizzo di protocolli (es. ETICS), e in funzione dello scenario di efficientamento proposto (misure di efficientamento adottate), di definire un sistema validato per la definizione valore di rischio tecnico capace di variare caso per caso. Le distribuzioni della probabilità e dell’impatto saranno determinate in funzione dell’intervento specifico di riqualificazione e popoleranno la piattaforma EENVEST. Inoltre, la stima può essere perfezionata tramite l’aggiunta di determinati coefficienti definiti “fattori di scala” che permetteranno di rappresentare certe specificità progettuali con maggiore accuratezza, quali la zona climatica, il rapporto di forma dell’edificio, il rapporto di superficie finestre/murature e altri parametri che caratterizzano nel dettaglio l’edificio in oggetto.

Attualmente, la metodologia di calcolo della valutazione del rischio tecnico è strutturata per gli edifici ad uso commerciale, ma si prevede di adattare la metodologia ad altre tipologie di edifici, come i residenziali, variando l’influenza dei parametri in gioco di ogni misura di efficientamento energetico (la probabilità e gli impatti di ogni problematica), proprio in funzione di aspetti funzionali, sociali ed economici intrinseci ad ogni tipologia di edificio.

5. Conclusioni

Il progetto EEnvest ha l'obiettivo di facilitare l'immissione di capitale privato nel mercato del risanamento edilizio, tramite la costruzione di un quadro estimativo standardizzato, che consenta una valutazione oggettiva, rapida ed affidabile dei rischi tecnici e dei relativi impatti economici che riguardano le operazioni di efficientamento energetico del patrimonio costruito. Questo obiettivo nasce come conseguenza delle soglie annuali di risanamento di edifici esistenti, calcolate come necessarie al raggiungimento degli obiettivi fissati dall'Unione Europea per il 2030. Attualmente, si calcola che il tasso annuo medio di rinnovamento si attesti intorno all'1,2%, mentre la soglia da raggiungere è pari al 3%. Si ritiene che gli strumenti tecnici in ambito edilizio siano ampiamente in grado di rispondere a questa necessità, mentre il settore finanziario risulta ancora fortemente legato allo schema di incentivazione pubblica delle operazioni di efficientamento energetico. Pertanto, EEnvest propone la costruzione di un quadro comune di riferimento per la valutazione del rischio finanziario connesso agli investimenti in efficienza energetica di edifici per uffici, contribuendo ad identificare, sul mercato degli investimenti, le operazioni di risanamento edilizio come prodotti finanziari a rendimento assicurato e profilo di rischio moderato. La metodologia, combina l'esperienza della comunità tecnica della filiera edile con esperti legati al mondo dello sviluppo immobiliare e della valutazione di investimenti. Lo scopo è di offrire al mercato un quadro di riferimento unico, utile al processo decisionale di tutti gli attori coinvolti nel processo di risanamento, dalla fase di progettazione e finanziamento fino alla fase d'uso e manutenzione. La creazione della piattaforma web EEnvest, favorirà il dialogo tra le due comunità tecniche, supportando l'immissione di capitale privato di soggetti terzi rispetto alla proprietà, in un mercato oggi governato dal capitale proprio e fortemente vincolato all'azione dalla presenza di forme di incentivazione fiscale.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano i membri del team SINLOC, Cristina Boaretto, Gabriele Fregonese e Linda Tso per la proficua collaborazione nella definizione di una metodologia condivisa per la valutazione del rischio tecnico, valutandone la compatibilità con i requisiti dei modelli di analisi del rischio finanziario. Gli autori tengono a ringraziare inoltre i colleghi EURAC, Roberto Lollini per il supporto metodologico al progetto, Roberta Perneti, Roberto Fedrizzi e David Moser, per i contributi forniti sull'impostazione del calcolo del rischio tecnico.

Il presente articolo fa parte del progetto di ricerca EEnvest, finanziato dal programma di ricerca e innovazione Horizon 2020 dell'Unione Europea, contratto N. 833112, al consorzio partecipano: EURAC-Accademia Europea di Bolzano, SINLOC – Sistema Iniziative Locali, Politecnico di Milano, EnergyInvest, IES – Integrated Environmental Solutions limited, R2M Solution, UIAPI – Union Internationale de la Propriete Immobiliere, Ecrowd invest plataforma de financiacion participativa sl.

Riferimenti bibliografici

- [1] European Parliament (2018). Direttiva (UE) 2018/2002 del Parlamento Europeo e del Consiglio dell'11 dicembre 2018 che modifica la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica.
- [2] European Parliament (2018). Direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo e del Consiglio dell'11 dicembre 2018 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.

- [3] BPIE – Building Performance Institute Europe Renovating the EU building stock.
- [4] EURIMA Deep Renovation.
- [5] BPIE – Building Performance Institute Europe (2019) 97% of buildings in the EU need to be upgraded. In: online.
- [6] Bowers JA, Ansell J, Wharton F. Risk: Analysis, Assessment and Management. J Oper Res Soc, 1993.
- [7] EU (2017) EEFIG UNDERWRITING TOOLKIT Value and risk appraisal for energy efficiency financing.
- [8] de Wilde P. The gap between predicted and measured energy performance of buildings: A framework for investigation. Autom Constr 41:40-49, 2014. <https://doi.org/10.1016/J.AUTCON.2014.02.009>
- [9] Frei B, Sagerschnig C, Gyalistras D. Performance gaps in Swiss buildings: an analysis of conflicting objectives and mitigation strategies. Energy Procedia 122: 421-426, 2017.
- [10] Cuerda E, Guerra-Santin O, Sendra JJ, Neila FJ. Understanding the performance gap in energy retrofitting: Measured input data for adjusting building simulation models. Energy Build 209: 109688, 2020.
- [11] Shi X, Si B, Zhao J, et al. Magnitude, causes, and solutions of the performance gap of buildings: A review. Sustain 11: 1-21, 2019.
- [12] Saaty TL. What is the Analytic Hierarchy Process? In: Mathematical Models for Decision Support, 1988.
- [13] Klein JH, Cork RB. An approach to technical risk assessment. Int J Proj Manag., 1998.
- [14] ISO 31000 (2018) ISO 31000 : 2018 Risk management – Guidelines. In: Risk management – Guidelines.
- [15] ISO (2009) Risk management – Vocabulary. ISO Guid. 732009.

