

Colloqui.AT.e 2020

New Horizons for Sustainable Architecture

Nuovi orizzonti per l'architettura sostenibile

Editors

Santi Maria Cascone

Giuseppe Margani

Vincenzo Sapienza





Colloqui.AT.e

2020

**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. Nicoella, 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

SUPPORTERS

Patrons



Sponsors



Associazione Nazionale Costruttori Edili di Catania



Fondazione dell'Ordine
degli Ingegneri della Provincia di Catania



I.G.C. S.r.l.



Ordine Ingegneri della Provincia di Catania

Prince Tourist S.r.l.

S.C.S. Costruzioni Edili S.r.l.



VICA S.r.l.

Friends



Città Metropolitana di Catania



Comune di Catania



Ordine Architetti Pianificatori Paesaggisti
Conservatori Provincia di Catania



REGIONE SICILIA

Dipartimento dell'istruzione
e della formazione professionale



REGIONE SICILIA

Assessorato regionale
delle infrastrutture e della mobilità



REGIONE SICILIA

Assessorato regionale dell'Energia
e dei Servizi di Pubblica Utilità

Introduction

In the last century, the progress of science and technology was certainly rapid and exhilarating giving rise to a significant improvement in the conditions of human life. However, this remarkable progress has also determined significant negative effects: environmentally, the Earth's equilibrium has been progressively threatened; economically, there has been an unfair distribution of world wealth; and socially, for the widespread application of controversial consumer models.

These issues began to raise alarms and promote timid counteractions by small sensitive social groups who were often left isolated and muted by pessimism. Notwithstanding, especially recently, a much deeper and more comprehensive awareness has arisen bringing forth plenty of outpourings of sensitivity and demands for environmental welfare and the fundamental rights of man. This enormous collective sharing has contributed to the spreading of the important principle of sustainability, environmentally, socially and economically.

Faced with billions in poverty, and now more than ever, millions of fugitives, new frontiers of research are needed even in architecture which take into account the requirements of the economically and socially disadvantaged as well as a drastic reduction in environmental impact.

All of this does not mean reneging on Industry 4.0 but interpreting it as a catalyst for development and innovation to increase both the efficiency of businesses and citizens' services by means of a model of responsible development combining healthy competitiveness, sustainability and quality of life.

Within this context, the idea of a circular economy has a wider definition as does that of the resilience of an environment constructed against natural disasters; these research areas intertwine and are enriched by studying innovative materials and technologies as well as the history of construction. Sustainable architecture therefore becomes a field of experimentation to deal with the environmental, social and economic emergencies of our times.

The new horizons of engineering and architecture ought to be inspired by sustainability in support of more fairly distributed building, affordable and rigorously respectful of the planet and the individual. The Colloqui.AT.e 2020 Conference – New Horizons for Sustainable Architecture – was an opportunity to deepen the topics related to these issues, offering an opportunity for discussion for researchers and designers in the field of Building Engineering and Architecture. The event, which this year involved almost 300 participants, is promoted annually by Ar.Tec., a non-profit association set up by scholars of architecture and building techniques, with the aim of increasing awareness within the sector in the scientific community and among entrepreneurs and manufacturers.

Colloqui.AT.e 2020, which initially was intended to take place in Catania from 17th to 20th June 2020, was postponed to 10th December 2020, in remote mode, due to the limitations imposed

by the current pandemic emergency. The call for abstract was opened in November 2019 and collected 149 papers, divided into three topics, each of them subdivided into five thematic areas

A_ CONSTRUCTION HISTORY AND PRESERVATION:

1. History of construction
2. Tools and methods for knowledge and graphic representation
3. Construction techniques and performance in existing buildings
4. Sustainable retrofitting of modern and pre-modern heritage
5. Management and economic development of building heritage

B_ CONSTRUCTION AND BUILDING PERFORMANCE

1. Sustainability in product, design and process innovation
2. Digitization, robotics and industrialization for sustainable buildings
3. Low-cost and low-carbon architecture
4. Methods and techniques for building management and monitoring
5. Unconventional sustainable building materials and technique

C_ BUILDING AND DESIGN TECHNIQUES:

1. Sustainability principles and practices for building reuse and renovation
2. Tools for building design and management
3. Integrated design
4. Architecture for emergencies
5. Participatory processes (design and construction)

The papers were sent to at least two independent experts, selected among the scientific committee, for double-blind peer review. We take the opportunity to thank all the reviewers, who contributed to raising the quality level of the conference proceedings, with careful and accurate comments and suggestions. The papers were finally revised by the editors and by the Publisher.

We would also like to thank everyone who contributed to the success of the event, namely the Ar.Tec. board, the patrons, the sponsors, the organizing committee and all the participants.

Catania, December 2020

*Santi Maria Cascone
Giuseppe Margani
Vincenzo Sapienza*

Introduzione

Nell'ultimo secolo il progresso della scienza e della tecnologia è stato senza dubbio rapido ed a tratti entusiasmante, determinando un notevole miglioramento delle condizioni di vita dell'uomo. Questa eccezionale tendenza alla crescita ha tuttavia prodotto rilevanti effetti negativi, sia a livello ambientale, arrivando progressivamente a minacciare l'equilibrio stesso del pianeta Terra, sia a livello economico, contribuendo ad un'iniqua distribuzione della ricchezza mondiale, sia a livello sociale, per lo svilupparsi di forme di antagonismo e di eversione.

La problematica ambientale e gli squilibri socio-economici hanno cominciato col destare allarmi parziali e promuovere timidi tentativi, affidati alla sensibilità di piccoli gruppi sociali, che spesso sono rimasti isolati e tacciati di catastrofismo. Tuttavia, soprattutto di recente, è emersa una consapevolezza molto più vasta e profonda, che ha determinato ampie manifestazioni di sensibilità e di rivendicazione della salvaguardia ambientale e dei diritti fondamentali dell'uomo. Questa condivisione collettiva ha contribuito a diffondere l'importante principio della *sostenibilità*, che opportunamente include istanze sia ambientali, che sociali ed economiche.

A fronte di miliardi di indigenti e, oggi più che mai, di milioni di migranti, occorrono nuove frontiere di ricerca che, anche in architettura, offrano una risposta alle esigenze delle fasce economicamente e socialmente più svantaggiate, oltre ad assicurare una riduzione significativa degli impatti sull'ambiente.

Tutto ciò non porta a rinnegare i principi dell'Industria 4.0, piuttosto induce a interpretare quest'ultima come motore di sviluppo per innovare e rendere efficienti sia i processi interni alle imprese, sia i servizi offerti ai cittadini; il tutto attraverso l'attuazione di un modello di sviluppo responsabile fatto di sana competitività, sostenibilità e qualità della vita.

In tale contesto, il tema dell'economia circolare assume una declinazione più ampia, come più ampio diviene quello della resilienza dell'ambiente costruito alle catastrofi naturali; questi ambiti di ricerca si intrecciano e si arricchiscono con lo studio di materiali e tecnologie innovative e con la storia della costruzione. L'architettura diventa quindi campo di sperimentazione per offrire risposte alle istanze connesse alla emergenza ambientale, sociale ed economica, propria del nostro tempo.

I nuovi orizzonti dell'ingegneria e dell'architettura dovranno pertanto ispirarsi a principi di sostenibilità, a sostegno di un'edilizia alla portata di tutti e rigorosamente rispettosa del pianeta e dell'individuo. Il Convegno Colloqui.AT.e 2020 – *New Horizons for Sustainable Architecture*, è stata una occasione per approfondire gli argomenti correlati a tali tematiche, offrendo un luogo di discussione ai ricercatori e agli operatori della progettazione, della costruzione e della produzione nell'ambito dell'Ingegneria Edile e dell'Architettura. La manifestazione, che ha visto il coinvolgimento di quasi 300 studiosi, si svolge in seno alle attività programmate annualmente dall'Ar.

Tec., un'associazione senza scopo di lucro fondata per iniziativa di studiosi dell'architettura e delle tecniche dell'edilizia, con il fine di curare la diffusione delle conoscenze di settore presso le comunità scientifiche e le realtà imprenditoriali e produttive in esso impegnate.

Colloqui.AT.e 2020, che inizialmente doveva svolgersi a Catania dal 17 al 20 giugno 2020, è stato posticipato al 10 dicembre 2020, in modalità a distanza, a causa delle limitazioni imposte dall'emergenza pandemica in corso. La call for abstract è stata aperta nel novembre 2019 e ha raccolto 149 contributi, ripartiti in tre *topic*, ciascuno dei quali suddiviso, a sua volta, in cinque aree tematiche.

A_CONSTRUCTION HISTORY AND PRESERVATION:

1. Storia della costruzione
2. Strumenti e metodi per la conoscenza e la rappresentazione
3. Tecniche costruttive e prestazioni negli edifici esistenti
4. Recupero sostenibile del patrimonio moderno e pre-moderno
5. Gestione e valorizzazione economica del patrimonio costruito

B_CONSTRUCTION AND BUILDING PERFORMANCE

1. Sostenibilità nell'innovazione di prodotto, di progetto e di processo
2. Digitalizzazione, robotica, industrializzazione a servizio della sostenibilità
3. Edilizia low-carbon e low-budget
4. Metodi e tecniche per il controllo e il monitoraggio prestazionale degli edifici
5. Materiali e tecniche costruttive non convenzionali

C_BUILDING AND DESIGN TECHNOLOGIES:

1. Principi e pratiche di sostenibilità per il riuso e la riqualificazione
2. Strumenti per la progettazione e gestione degli edifici
3. Progettazione integrata
4. Architetture per le emergenze
5. Processi partecipativi (di progetto e di costruzione)

Ciascun contributo è stato sottoposto ad una procedura di revisione anonima da parte di almeno due esperti del comitato scientifico. Si coglie l'occasione per ringraziare tutti i revisori, che hanno contribuito ad innalzare il livello qualitativo dei lavori del convegno, con commenti e suggerimenti attenti e puntuali. I contributi sono stati infine vagliati dai curatori del volume e dall'Editore.

Un ulteriore ringraziamento va indirizzato a tutti coloro che hanno contribuito alla riuscita dell'evento, ossia al direttivo dell'Ar.Tec., gli enti patrocinatori, agli sponsor, al comitato organizzatore e a tutti i partecipanti.

Catania, dicembre 2020

*Santi Maria Cascone
Giuseppe Margani
Vincenzo Sapienza*

A – CONSTRUCTION HISTORY AND PRESERVATION



New Horizons for Sustainable Architecture

Il recupero sostenibile del moderno: un futuro possibile per il grattacielo Rai di Torino

E. Chiffi^{1*}, G. Di Mari^{2*}, E. Garda^{3*}, A. Renzulli^{4**}

^{1*} Politecnico di Torino, Torino, emanuele.chiffi@studenti.polito.it

^{2*} Politecnico di Torino – Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica – DISEG, Torino, giuliana.dimari@polito.it

^{3*} Politecnico di Torino – Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica – DISEG, Torino, emilia.garda@polito.it

^{4**} Università di Roma La Sapienza – Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale - DICEA, Roma, alessandra.renzulli@uniroma1.it

Abstract

Lo scopo di questo lavoro è quello di analizzare i metodi e le tecniche di recupero di un edificio alto in acciaio, un approccio al restauro del moderno che non sempre può ricondursi a norme univoche e tipologie prestabilite di intervento. Nel caso in esame, si affronta la problematica del recupero di una struttura degli anni '60 del Novecento, un simbolo dell'International Style e del Razionalismo, voluto dalla tv di Stato e realizzato sul progetto di Domenico Morelli: il grattacielo RAI di Torino. Trattandosi di un'opera unica nel progetto e nelle scelte architettoniche, l'approccio ad un eventuale recupero parte dalla conoscenza approfondita della struttura, attraverso lo studio dei documenti, delle testimonianze dell'epoca e dell'idea degli architetti che l'hanno realizzata. Successivamente, l'analisi dello stato di fatto della struttura, si focalizza sulla presenza di amianto e sui metodi di bonifica da questo materiale nocivo. Nel rispetto del segno architettonico, se ne propone un adeguamento tecnologico, normativo e sostenibile, tramite soluzioni che interessano i materiali, i servizi e gli spazi del grattacielo, muovendosi da una visione globale ad una attenta ai dettagli. La proposta finale riguarda la candidatura del grattacielo alla certificazione LEED, rilasciata agli edifici a basso impatto ambientale.

1. Il recupero del moderno: approccio al caso studio

Una struttura di grande altezza, in genere in acciaio, calcestruzzo e vetro, viene spesso indicata e definita con il termine “grattacielo”, intesa come torre a perdita d'occhio, per l'osservatore che la ammira. Quando si parla di queste costruzioni, si pensa sempre alla sfida delle altezze, ai progetti avveniristici e alla continua innovazione che da più di 80 anni questi moderni monoliti esprimono. Tuttavia, ci si dimentica, o spesso non si conosce, l'insieme del patrimonio costruito che

costituisce la storia architettonica di questa tipologia edilizia. Vi sono torri, icone degli anni '50 del secolo scorso e costruzioni più recenti, che richiedono un intervento di restauro o in situazioni peggiori di recupero, qualora versino in condizioni di degrado e abbandono. Proprio quest'ultimo caso riguarda il grattacielo RAI di via Cernaia a Torino, un palazzo progettato come simbolo della fiorente azienda degli anni '60, con l'introduzione di tecniche innovative per il panorama costruttivo nazionale: l'utilizzo dell'acciaio strutturale e di elementi architettonici come il *curtain wall*, fungevano da fattori di rottura rispetto alla tradizione edilizia in muratura e calcestruzzo tipicamente italiana, rifacendosi allo stile internazionale del tempo. Inoltre, i manufatti componenti la struttura e le rifiniture, costituivano sistemi ibridi della produzione prefabbricata, lontani dagli standard della produzione di massa odierni. Questo aspetto, pone difficoltà non da poco nell'approccio al restauro e al recupero di queste strutture, che deve rappresentare un percorso oculato di studio, conoscenza e adempimento ai principi fondanti il progetto originario. L'obiettivo del lavoro di ricerca è quello di fornire gli strumenti di intervento per un recupero attento, basato sullo studio delle peculiarità di ogni struttura e non su tecniche applicabili univocamente. Nel caso in esame, la posizione del complesso nel contesto urbano in via di sviluppo crescente, pone la necessità di un intervento sostenibile, soprattutto dal punto di vista ambientale, per il rischio amianto e per il degrado che interessa il perimetro della costruzione. Il metodo di recupero è partito dallo studio della documentazione storica (planimetrie, testimonianze e interviste racchiuse in monografie riguardanti il grattacielo); l'approfondimento sui metodi di bonifica dell'amianto ha richiesto particolari cure e attenzioni, per la diffusa presenza di questo materiale nocivo all'interno della struttura. Infine, le ricerche sitografiche e l'osservazione di approcci diversi al recupero di costruzioni simili al complesso in esame, hanno fornito gli strumenti necessari ad un confronto sui temi trattati.

Tra i restauri operati su edifici alti nella città di Torino è necessario citare l'esempio della Torre Littoria, progetto originario dell'architetto Armando Melis e dell'ingegnere Giovanni Bernocco del 1933 e restauro curato da Pier Giovanni Bardelli in collaborazione con Giuseppe Valetti nel 1981. Un attento studio critico dei sintomi e delle cause di degrado è stato operato attraverso l'analisi dei diversi subsistemi di facciata, in diversi stati di conservazione, buono per le lastre in travertino e in stato di degrado grave, ad esempio, per i balconi. Il progetto di restauro di "terapia", come i progettisti lo definiscono, ha considerato il valore altamente simbolico del manufatto. Le cause scatenanti delle patologie di degrado sono state individuate sia in carenze costruttive che in interventi manutentivi precedenti il restauro. Le modalità di intervento sono state scelte fra tre varianti, distinte in gradi di incisività: riparazioni localizzate sia sugli elementi di calcestruzzo costituenti l'intelaiatura dei parapetti sia sulle solette in vetrocemento; interventi localizzati sulla intelaiatura dei parapetti ma con rifacimento totale delle solette in vetrocemento; rifacimento radicale dei balconi con la previsione di demolire tutta la parte in calcestruzzo fino a mettere a nudo l'orditura metallica. La scelta finale si è orientata sulla seconda variante di intervento, sulla base di considerazioni di carattere architettonico ed economico. La buona riuscita del restauro avvenuto a inizi degli anni '80 è dimostrato dalla mancanza di insorgenza di fenomeni patologici a distanza di anni [1].

La rinascita quasi romantica di questi edifici rappresenta una forma di immortalità ed eternità che si può donare alle costruzioni, purché vi sia la cura manutentiva e l'attenzione al recupero stesso.

2. Il grattacielo RAI di Torino

Dalla fine degli anni '50, l'emittente radiotelevisiva aveva espresso l'intento di realizzare la propria sede centrale in un unico complesso che racchiudesse tutti gli uffici necessari allo svolgimento delle funzioni amministrative e direzionali. Si pensò alla città di Torino, dove la RAI aveva avuto i propri natali, avviando le prime trasmissioni radiofoniche nel 1927 e le sperimentazioni televisive nel 1949 [2]. Il progetto dell'opera venne affidato agli architetti e ingegneri torinesi Domenico Morelli e Aldo Morbelli, i quali dovettero affrontare non pochi problemi relativi allo studio di soluzioni che riuscissero a coniugare le esigenze della committenza con le restrizioni urbanistico-progettuali, i problemi strutturali di statica e i volumi disponibili per una struttura di questo calibro. L'edificio, costruito tra il 1962 e il 1968, venne eretto su un'area di 3375 metri quadrati, con cubatura complessiva di 112 mila metri cubi, di cui 75 mila fuori terra; in particolare, le superfici utili sono 23 mila, di cui 18 mila fuori terra, distribuite in 18 piani per un'altezza di 72 metri. L'opera vanta le più ardite scelte progettuali dell'epoca in molteplici campi; tra questi, l'utilizzo di materiali come l'acciaio strutturale e il vetro in pannelli *curtain wall* di facciata, al fine di conferire leggerezza e trasparenza alla struttura.

Sorto in deroga alle norme edilizie vigenti [3], l'edificio rappresentò un atto coraggioso, per il quale furono utilizzate le tecniche più moderne per il calcolo e la verifica delle condizioni statiche, oltre all'utilizzo di materiali messi a disposizione da una tecnologia in costante progresso, da poco applicata nell'Italia di quegli anni, caratterizzata dal boom edilizio, solo in città come Milano e Roma e che si rifaceva all'imponenza e all'avanguardia dei grattacieli statunitensi, come il *Seagram Building* a Manhattan a cui gli ideatori del palazzo RAI si sono liberamente ispirati [4]. Oltre ai materiali, i metodi innovativi per il calcolo delle fondazioni, il progetto della struttura portante in acciaio, le controventature previste per il carico del vento lungo le superfici della torre, l'inserimento dell'opera in un contesto storico ottocentesco (come è quello di Via Cernaia, contraddistinta dalla presenza dei caratteristici portici, n.d.r.), costituiscono i pregi dell'edificio nonché le soluzioni alle grandi problematiche con cui i progettisti si sono dovuti scontrare.

Per questi ed altri motivi, il grattacielo RAI rappresenta un pezzo della storia e del patrimonio architettonico del nostro paese. Esso costituisce un esempio del boom edilizio dell'Italia degli anni



Fig. 1. Contesto urbano in cui sorge il Grattacielo Rai. Si individua la nuova Stazione di Porta Susa; foto d'epoca custodite negli archivi personali di Domenico Morelli e Tullio Finzi, a opera di Riccardo Moncalvo e Ferdinando Ruffa- © 2020, Rielaborazione degli autori.

'60 e delle tecniche all'avanguardia, della ricerca e del metodo che hanno caratterizzato il progetto ingegneristico di quel tempo. Ancora oggi è un gioiello unico per Torino, il primo grattacielo nato in città con lo stupore e le critiche dei cittadini, che resta abbandonato a sé stesso, corroso dal degrado e dal nome affibbiatogli di “grattacielo della morte”, per via di alcuni decessi avvenuti a causa di mesoteliomi probabilmente provocati dalle fibre di amianto presenti al suo interno. È un'opera di rara bellezza che merita di essere riportata alla vita, attraverso un piano di recupero sostenibile che possa coniugare le odierne e avanzate tecnologie esistenti, con la struttura originaria e le linee guida degli architetti che la realizzarono.

Il progetto architettonico: lo schema distributivo e la struttura interna

Nello studio dei caratteri distributivi del progetto, dal connubio tra le differenti soluzioni, è stato ottenuto un complesso di edifici composto da tre corpi bassi lungo le vie e un corpo centrale a torre di 18 piani fuori terra e 2 interrati, per un'altezza complessiva di 72 metri.

Il grattacielo, affacciato sulla piazza, si eleva alle spalle della manica di via Cernaia, con cui è collegato attraverso la hall al pian terreno, l'atrio completamente vetrato che costituisce il salone dell'ingresso d'onore accessibile da sotto i portici. Gli ingressi secondari sono stati collocati in via Ruffini e via Guicciardini, mentre la rampa d'accesso delle automobili ai sotterranei, sull'angolo della piazza. L'accesso ai piani della torre è consentito da quattro ascensori veloci e da una doppia rampa di scale posizionate in aderenza; queste ultime, sono state disegnate all'interno di una torre di vetro, collegata con il grattacielo tramite un “ponte” in cui hanno sede i servizi igienici; è presente inoltre un montacarichi di servizio per tutti i piani, compreso il sotterraneo. Lungo le due testate verticali del grattacielo, si trovano inoltre due scale d'emergenza: delle due, solo quella in via Ruffini è a norma.

I corpi strutturali sulle vie sono serviti da due scale: una sull'angolo tra via Guicciardini e via Ruffini (il torrione in calcestruzzo armato rivestito in pietra), l'altra nel giunto tra la manica di via Cernaia e il grattacielo, entrambe dotate di doppio ascensore. Nei due piani interrati hanno sede l'autorimessa e i locali degli archivi, gli impianti e i magazzini.

I materiali del complesso: il calcestruzzo armato, l'acciaio strutturale della torre e il rivestimento in vetro e alluminio

Nel progetto dell'edificio, sono stati principalmente utilizzati il calcestruzzo armato e elementi in acciaio. I sotterranei, realizzati in calcestruzzo armato, fungono da zavorra dell'intero complesso, capace di ancorare al terreno il grattacielo; questo, sottoposto alla spinta laterale del vento, scarica alla base le sollecitazioni subite, attraverso gli elementi di controvento presenti nello scheletro in acciaio. I vani ascensore, sempre in calcestruzzo armato, costituiscono il *core* centrale della torre. Per la realizzazione delle strutture in elevazione, invece, si è scelto l'acciaio, materiale in grado di garantire la leggerezza strutturale e la possibilità di coprire le ampie luci dei solai. I pilastri, di sezione tubolare rettangolare, variano le dimensioni ogni tre piani, assottigliandosi via via che si sale in altezza. Le travi dei solai sono a doppia T, tranne quelle perpendicolari al rivestimento di facciata, costituite da due C che sporgono oltre la trave e “abbracciano” i pilastri esterni, all'interno dei quali passano le condutture verticali; questi ultimi salgono oltre il 18° piano per circa



Fig. 2. In sequenza: basi delle colonne dei telai intermedi e di controvento dello scheletro d'acciaio; particolare delle diagonali dei telai di controvento che sono in profilati anulari e che sono state assiemate mediante bullonatura in opera; vista frontale delle varie fasi del montaggio (montaggio, ossatura, solai e getto solette); sollevamento della trave principale assiemata a piè d'opera. Foto d'epoca custodite negli archivi personali di Domenico Morelli e Tullio Finzi - © 2020, Rielaborazione degli autori.

3 metri con pareti di chiusura vetrate. Gli orizzontamenti del grattacielo sono costituiti da sottili solai in c.a. gravanti su una lastra di lamiera grecata.

Di tutto il fabbricato, la struttura portante del grattacielo, in particolare, costituisce una soluzione interessante dal punto di vista ingegneristico. La pianta, a forma rettangolare presenta due rientranze sulle testate e un'appendice laterale che costituisce la torre in vetro della doppia rampa di scale. La maglia strutturale prevede una quadruplici fila di pilastri, legata alle travi trasversali: 11 telai verticali posti a distanza di 5,00 metri l'uno dall'altro, sono imbullonati alle travi principali e secondarie; il solaio è in lamiera grecata saldata alle travi secondarie, con rete d'acciaio e getto di caldana in calcestruzzo pari a 4 cm. Per assorbire le sollecitazioni orizzontali dovute alla notevole altezza, sono stati inoltre previsti diaframmi trasversali e strutture di controvento, che assorbono la spinta esercitata sul vento dalle facciate distribuendola alle fondazioni. Alla base di queste strutture, in corrispondenza del piede dei telai di controvento, è stato studiato un sistema di ancoraggio con cavi di precompressione, in modo da assicurare al terreno l'intera struttura ed evitare eventuali distacchi della colonna con la superficie d'appoggio. Le colonne interne presentano delle flange, saldate in officina, alle quali sono imbullonate le travi principali e secondarie. Nel nodo esterno, invece, la trave perimetrale è arretrata di 16 cm per poter avere le colonne esterne completamente a vista: in questo modo l'attacco delle travi principali con i pilastri è realizzato tramite bullonatura attraverso un moncone a T saldato in officina (Fig. 2).

L'adozione di questo materiale per la realizzazione della struttura portante ha consentito di ottenere diverse caratteristiche che risolvono il problema statico e distributivo [5]: gli elementi strutturali verticali e orizzontali a minimo ingombro, permettono di ottenere ampie luci per gli ambienti; l'alleggerimento delle strutture in elevazione produce una diminuzione dei carichi che gravano alla base, consentendo quindi l'esecuzione di fondazioni dirette; i componenti a rapido montaggio permettono la prefabbricazione in officina, limitando in cantiere le sole imbullonature e saldature in opera. Inoltre, l'esigenza di disporre di un porticato libero a livello stradale, ha ostacolato la realizzazione di controventature al piano terra; sono state infatti studiate strutture verticali e orizzontali di controvento per i piani superiori, in funzione della limitazione della de-

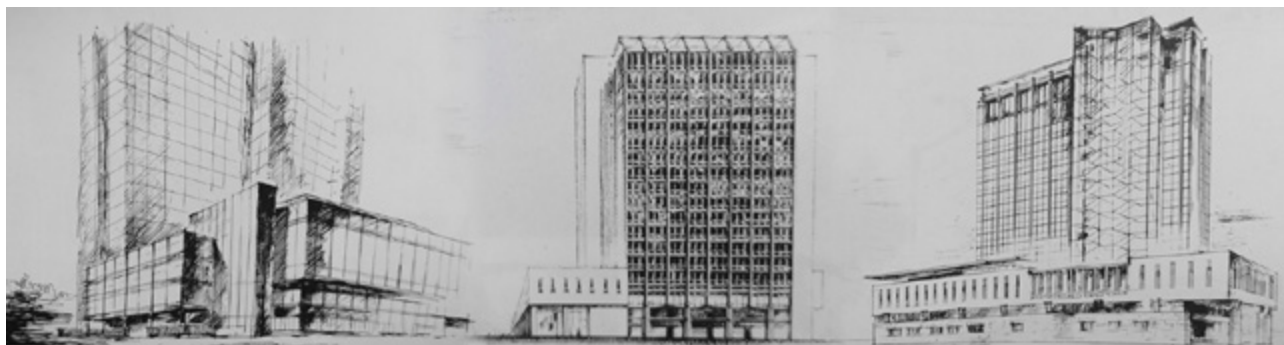


Fig. 3. Studi iniziali, versione quasi definitiva: schizzo dell'angolo tra via Guicciardini e via Ruffini; prospettiva da piazza XVIII Dicembre; prospettiva da via Guicciardini angolo via Cernaia. - © 2020, Rielaborazione degli autori. Disegni custoditi nell'Archivio Domenico Morelli presso la Biblioteca Centrale della Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino.

formazione elastica che il grattacielo avrebbe subito sotto la spinta del vento, riportando in questo modo gli sforzi alla struttura sottostante in c.a. attraverso un sistema particolare di ancoraggio all'interfaccia tra i due materiali.

Le facciate sono state realizzate con il sistema *curtain wall* (o facciata continua) in alluminio anodizzato e vetri cristallo, esempio della ricerca di leggerezza e di durabilità a bassi costi di manutenzione; per il rivestimento delle travi, è stato utilizzato il GRINATAL, una lega di alluminio e silicio dal colore grigio violaceo, mentre i portici al piano terra sono coperti in Diorite della Balma, una pietra grigia.

A completamento degli elementi strutturali del complesso edilizio, vi è la copertura in cima all'ultimo piano del grattacielo, realizzata in lamiera grecata con solaio in c.a., sorretta da travi a sbalzo in acciaio, poste in continuità con lo scheletro portante. All'ultimo piano sono dislocati anche i volumi tecnici per ascensori e altri servizi.

Questa tipologia architettonica, caratterizzata da una maglia di montanti verticali e da elementi orizzontali, in cui i pilastri di facciata incontrano il *curtain wall*, appartiene ad una tecnica edilizia che ha raggiunto la massima espressione di quegli anni nel panorama internazionale, soprattutto negli Stati Uniti. Un esempio particolare è il Seagram Building (1958) di Johnson e Mies van der Rohe a Manhattan. Lo stabile presenta elementi architettonici comuni al grattacielo RAI: dal portico al rivestimento di facciata, si possono riconoscere i principi tipici del Razionalismo. Il progettista Morelli, infatti, ha dichiaratamente espresso di essersi ispirato all'edificio in seguito ad un viaggio di studio a New York [6], con il fine di donare a Torino un esempio del Movimento Moderno che fosse anche simbolo di avanguardismo per l'architettura degli anni '60.

3. Il grattacielo oggi

Lo stato di fatto: abbandono e degrado

Il grattacielo RAI di via Cernaia, nel corso dei suoi cinquant'anni di vita, è stato oggetto di interventi di manutenzione e di rinnovamento impiantistico che, seppur nel complesso abbiano con-

servato i caratteri costruttivi, nel dettaglio hanno modificato il segno architettonico. Di grande impatto visivo, infatti, è la struttura in acciaio prefabbricato delle scale antincendio, posta in aderenza al grattacielo, in corrispondenza della manica di via Ruffini, per la quale è stato dismesso il vecchio impianto scale progettato da Morelli in griglie d'acciaio prefabbricato, al fine di rispettare le stringenti normative di sicurezza e garantire una idonea e più efficiente via di fuga in caso di pericolo. I pochi interventi di manutenzione sulle facciate, avvenuti nel corso degli anni, sono stati effettuati con scarsa attenzione ai materiali originari. Da una attenta osservazione, infatti, si notano discordanze cromatiche e diffusi fenomeni di degrado che interessano i rivestimenti in pietra (macchiati da smog e agenti chimici), le grate del piano terra (color rosso ruggine e pertanto ossidate), i montanti in ferro e i traversi della facciata (Fig. 3): i profili metallici mostrano segni evidenti di usura superficiale e distacco delle vernici, oltre che fenomeni puntuali di ossidazione, dovuti principalmente all'azione di fattori ambientali (inquinamento, agenti atmosferici, umidità, ecc.) e al naturale processo di invecchiamento dei componenti che costituiscono il rivestimento di facciata. Nella parte interna, i telai in alluminio del *curtain-wall* presentano gravi problemi di tenuta per deterioramento delle guarnizioni in gomma, con conseguenti problemi di infiltrazione diffusa, corrosione puntuale, impregnamento dei pannelli dei soffitti e rigonfiamento dei pavimenti. Molte delle opere contenute nella struttura sono state rimosse e custodite dalla proprietà, mentre quelle più voluminose o realizzate appositamente per gli ambienti del grattacielo, si trovano ancora al suo interno: oltre ad alcune scrivanie e armadiature in legno pregiato, i tessuti e la moquette dei piani dirigenziali invecchiati dal tempo, i punti luce e i lampadari Venini di Venezia e la boiserie del laboratorio di Giambone nel salone d'onore, costituiscono un patrimonio storico-artistico di inestimabile valore (Fig. 3).

Nell'eventuale recupero, sarebbe auspicabile un restauro attento di questi manufatti e la loro oculata tutela.

Infine, dallo spostamento progressivo dei dipendenti degli uffici RAI nella nuova sede in via Cavalli 6, conclusasi nel 2014 [7], la struttura versa in uno stato di abbandono: il complesso risulta invaso dalla vegetazione selvaggia con conseguente generazione di degrado, rappresentando un rifugio per vandali e senza tetto. Per evitare ulteriori fenomeni di questo tipo, il perimetro dell'edificio è stato recintato per volontà del Comune di Torino [8] in attesa di un intervento di riqualificazione prossimo ma non ancora definito.

La presenza di amianto, i decessi sospetti e il trasferimento degli uffici in via Cavalli

La principale causa di abbandono del grattacielo RAI da parte della proprietà è dovuta alla presenza d'amianto all'interno del complesso. Gran parte degli edifici realizzati fino ai primi anni '90, infatti, contengono asbesto a più livelli. Anche nell'edificio di via Cernaia è stata appurata l'esistenza della fibra *killer*, la cui presenza massiccia insieme a lunghi periodi di esposizione, avrebbe provocato gravi forme di patologie in alcuni soggetti, degenerate rapidamente in decessi [9]. Per questo motivo, secondo gli organi di stampa, il palazzo RAI di Torino venne ingiustamente apostrofato come "il grattacielo dell'amianto", associato ancora oggi secondo l'opinione pubblica ai pericoli provocati da questo materiale nocivo [10]. Secondo la sentenza della Cassazione penale [11], riguardo la morte per mesotelioma pleurico di un tecnico informatico RAI:



Fig. 4. Elementi di degrado di dettaglio dell'edificio: l'area esterna, un telaio in alluminio, la *boiserie* nel salone d'ingresso, il *curtain-wall* - © 2019, E. Chiffi.

“La travatura, sia orizzontale che verticale, era cosparsa di amianto floccato applicato con la tecnica a spruzzo in ottemperanza ad una prescrizione antincendio dell'epoca dei Vigili del Fuoco. L'amianto si trovava all'interno del controsoffitto, nei cuscinetti degli impianti [...] in vani tecnici ove passavano i cavi che avevano necessità di ventilazione nonché nei quadri elettrici, dietro le plafoniere, le prese elettriche e nelle tubazioni degli impianti idraulici e di condizionamento, dietro le vaschette dei servizi igienici [...] e nei serbatoi di acqua e gasolio”.

In particolare, le coibentazioni degli impianti di ventilazione contengono amianto crisotilo, come i pavimenti e i cuscinetti delle tubazioni, mentre nell'asbesto floccato vi sono tracce di amosite. Si è appurata, inoltre, la presenza di fibra nei getti dei solai di ogni piano del grattacielo. Queste informazioni sono state avvalorate anche dalle ditte che lavorarono in cantiere per la realizzazione della costruzione, da alcuni impiegati RAI e dagli organi di stampa. Inoltre, interventi di manutenzione impiantistica portarono al danneggiamento e alla foratura di pannelli contenenti il materiale, che veniva pertanto rilasciato nell'aria come fibra aerodispersa. Queste operazioni ebbero luogo fino al 1991, anno in cui si decise di adottare provvedimenti atti ad evitare ulteriore dispersione di fibre: al 1992 risalgono infatti i primi interventi di incapsulamento e confinamento di manufatti, in particolare dei controsoffitti (tramite confinamento con *asbestop* dei cuscinetti impianti), oltre alla bonifica totale del locale mensa e parziale dei pavimenti nei locali comuni fino al quarto piano. Tuttavia, nonostante gli accorgimenti sui rischi della salute dei dipendenti, la proprietà ha preferito trasferire i quasi 600 impiegati nella sede in via Cavalli 6. Nonostante sia stata indetta un'asta di vendita nell'ottobre 2019, andata deserta [12], l'immobile rimane di proprietà della TV di Stato. Nel frattempo, un gruppo di ingegneri RAI monitora costantemente la situazione del grattacielo in collaborazione con l'A.S.L., attraverso ispezioni visive e monitoraggio ambientale, eseguite tramite campionamenti e misurazioni delle concentrazioni di fibre aerodisperse con metodo SEM (al giugno 2019, è stato rilevato un quantitativo di fibre aerodisperse al di sotto della norma, 2 fibre/litro d'aria, attraverso microscopia elettronica a scansione).

La bonifica di amianto: tecniche di gestione e sicurezza del fenomeno

Dal momento in cui è stata riconosciuta la nocività dell'amianto per la salute dell'uomo, con la successiva cessazione del suo impiego nel 1992, ci si è posti il problema della bonifica e dello

<i>MATERIALI</i>	<i>USO</i>	<i>FRIABILITÀ</i>	<i>% DI AMIANTO</i>	<i>MATERIALI</i>
Ricoprimenti a spruzzo e rivestimenti isolanti	Spruzzato su strutture portanti in acciaio, come isolante termo-acustico	Elevata friabilità ed elevato potenziale di rilascio fibre	Fino all'85% di amosite e crocidolite	Ricoprimenti a spruzzo e rivestimenti isolanti
Rivestimenti isolanti di tubazioni, serbatoi e caldaie	Rivestimenti di tubazioni che trasportano fluidi, caldaie, ecc.	Elevata friabilità e potenziale di rilascio fibre se non coperti da sigillante integro	Tutti i tipi di amianto in miscela al 6-10% con silicati di calcio	Rivestimenti isolanti di tubazioni, serbatoi e caldaie
Prodotti vari con amianto (bitumi, mattonelle in vinile, vernici, PVC, mastici, sigillanti, ...)	Pavimentazioni, pitturazioni per contenimento termico, sigillanti	Possibilità di rilascio se tagliati, abrasivi o perforati	Dallo 0,5 al 2% per mastici e adesivi; dal 10 al 15% per pavimenti in vinyl-amianto	Prodotti vari con amianto (bitumi, mattonelle in vinile, vernici, PVC, mastici, sigillanti, ...)

Tab. 1. Principali tipi di materiali contenenti amianto e loro approssimato potenziale di rilascio delle fibre (D.M. 6.9.1994).

smaltimento con l'entrata in vigore della normativa italiana [13]. Soprattutto nel 1994 con il D.M. del 6 settembre, il Ministero della Sanità ha emanato le norme relative alle tecniche di rilevamento e analisi di manufatti contenenti amianto, alla pianificazione delle attività di rimozione o fissaggio e alle modalità di smaltimento del materiale stesso.

Un aspetto fondamentale da non sottovalutare nella bonifica da asbesto è l'analisi delle fibre aerodisperse, che possono separarsi dall'elemento in degrado e permanere in sospensione negli ambienti per lunghi periodi, a causa delle loro dimensioni di pochissimi micrometri. A questo scopo, nella valutazione dei rischi e quindi nelle prerogative di intervento, i materiali vengono distinti in **compatti e friabili** e classificati in base al loro utilizzo e alla percentuale di amianto in essi contenuto.

In particolare, per effettuare la bonifica, si esegue l'ispezione della struttura attraverso il campionamento dei manufatti sospetti contenenti asbesto, si valutano i rischi e i provvedimenti necessari al contenimento o alla rimozione con successivo smaltimento, si eseguono le lavorazioni nel rispetto delle misure di sicurezza per i lavoratori e per l'ambiente restituendo la struttura edilizia priva di materiale nocivo.

La bonifica si esegue per:

- **Rimozione completa dei manufatti in amianto:** procedimento che elimina ogni potenziale fonte di rischio tramite la rimozione completa dei materiali con successiva sostituzione degli stessi.

- **Incapsulamento:** consiste nel trattamento dell'amianto con prodotti ricoprenti che inglobano le fibre e le bloccano nella matrice del materiale, fungendo da pellicola protettiva e isolante.
- **Confinamento:** metodo che consente di installare una barriera a tenuta che separi l'amianto dalle aree occupate dell'edificio (paratie, controsoffitti sigillanti, sovracoperture, ecc.); se non è associato ad un intervento incapsulante, il rilascio di fibre avviene nell'intercapedine all'interno del confinamento.

In qualsiasi tipo di intervento, si deve prevedere l'allestimento e il collaudo del cantiere di bonifica in un'area confinata. Devono essere installati un sistema di ricircolo e filtraggio dell'aria, al fine di evitare che le fibre di amianto possano fuoriuscire dal cantiere, ed un sistema di misurazione delle concentrazioni di fibre attivo per tutta la durata delle lavorazioni. Fondamentale, soprattutto per la sicurezza dei lavoratori, deve essere la presenza di un'area di decontaminazione, dotata di locali di equipaggiamento, vano docce e locale incontaminato (spogliatoio) all'interno del quale gli operai possano riporre gli abiti personali. Ogni lavoratore possiede obbligatoriamente i DPI (dispositivi di protezione individuale) costituiti da: mascherina o respiratore con filtri appositi, tuta intera con copricapo e copripiedi in genere in materiale a perdere (classificati poi come rifiuti al termine delle operazioni) o in cotone lavabile. I rifiuti ottenuti vengono imballati e allontanati in sicurezza dall'area di cantiere in doppi contenitori in polietilene, i *big bag*, successivamente smaltiti nei centri appositi.

Al termine delle lavorazioni, l'edificio bonificato può essere restituito solo dopo aver valutato l'assenza di residui in amianto e la concentrazione accettabile di fibre nell'atmosfera ($< 2\text{ff/l}$), misura eseguita attraverso l'uso della microscopia elettronica a scansione (SEM).

4. La proposta di recupero

La condizione di abbandono in cui versa oggi il grattacielo RAI, rappresenta un problema non solo per la costruzione stessa ma anche per l'ambito urbano in cui è inserita.

La metodologia applicata si sviluppa a partire dallo studio del contesto urbano ove sorge l'edificio. Con il rapido sviluppo dell'asse viario tra Corso Inghilterra, piazza XVIII Dicembre e i sottopassi di piazza Statuto, la riqualificazione dei portici ottocenteschi e la realizzazione della nuova Stazione di Porta Susa e del grattacielo Intesa Sanpaolo, è comparso intorno al complesso in esame un nuovo *hub* urbano in rapida espansione: è comprensibile perciò che in un contesto simile, un edificio di ampio volume in progressivo deterioramento posto in una posizione così rilevante, costituisca una situazione di emergenza da risolvere al più presto.

Sulla base di queste tematiche, è sorto più volte il dilemma se fosse necessario demolire il complesso o recuperarlo [14].

Una valutazione economica nell'ipotesi di una demolizione evidenzerebbe costi di abbattimento delle strutture e smaltimento dei materiali (in particolare dell'amianto nocivo) che supererebbero quelli di una eventuale ristrutturazione.

Inoltre significherebbe una gravissima perdita per il patrimonio architettonico italiano di un simbolo storico del Funzionalismo, dell'età Moderna e dello stile Internazionale. Infine, la valutazione delle peculiarità dei materiali e delle tecniche costruttive applicate alla struttura portante

(in acciaio imbullonato) e lo studio certosino alla base del progetto (i calcoli statici e la realizzazione dei controventi) costituiscono un vantaggio a favore di un recupero. Sebbene siano state presentate in diverse occasioni idee di riutilizzo e ammodernamento della struttura, sia da parte del Comune di Torino che da privati interessati alla gestione del complesso [15], ad oggi non vi è alcuna delibera riguardo il futuro del grattacielo.

Tuttavia, una proposta di recupero oculata risulta necessaria quanto urgente.

Dalla consultazione dei documenti catastali, l'edificio non risulta vincolato come bene storico-architettonico, ma è sottoposto ai limiti paesaggistico-ambientali [16]. Pertanto, una proposta idonea al caso, dovrebbe preferibilmente conservare volumetrie e caratteri architettonici dell'edificio, nel rispetto del progetto originario, prevedendo allo stesso tempo un adeguamento impiantistico e tecnologico del complesso. Le opere del salone d'onore e i rivestimenti dei piani dirigenziali, ad esempio, costituiscono un patrimonio artistico di valore, da preservare e tutelare. Sarebbe pertanto opportuno considerare l'idea di recupero sia dal punto di vista delle tecniche di restauro conservativo di un edificio moderno, che sull'esigenza di adattamento di un edificio del secolo scorso alle caratteristiche prestazionali richieste ad una struttura odierna, considerando soprattutto i problemi più rilevanti che scaturiscono dall'analisi attenta dello stato di fatto del grattacielo. In particolare, si deve comprendere che gli aspetti tecnico-costruttivi dell'opera sono quelli tipici di una costruzione moderna e pertanto caratterizzati dall'evoluzione delle tecniche del XX secolo.

L'approccio metodologico si fonda necessariamente sulla conoscenza profonda dell'opera, delle tipologie costruttive originali e della visione dei progettisti che l'hanno realizzata.

Fatto salvo questo concetto, l'interpretazione architettonica della costruzione moderna solleva determinati quesiti. La specializzazione delle tecniche di prefabbricazione industriale, la diversità e l'obsolescenza dei materiali e dei componenti costruttivi, costituiscono problematiche che necessitano del contributo di figure professionali e di tecniche specifiche di intervento sul patrimonio moderno esistente [17]. La diversità dei materiali e dei cicli di vita delle parti assemblate, aumenta il problema della manutenibilità del sistema tecnologico, dei componenti e del recupero. Si tratta pertanto di sistemi ibridi, generati dal continuo confronto tra progetto e produzione industriale prefabbricata, al fine di ottenere soluzioni su misura per l'opera in esame. Oggi, invece, le tecniche sono ormai standardizzate, con l'obiettivo di realizzare prodotti finiti da immettere sul mercato. Il processo costruttivo si è quindi modificato: se nel passato la produzione si adattava alle volontà del progettista, oggi è il tecnico a dover scegliere un prodotto già presente sul mercato in base alle caratteristiche che soddisfino le richieste di progetto. Questi aspetti, uniti alla artigianalità delle soluzioni originarie, rendono la casistica di intervento specifica e non riconducibile a metodologie univoche di restauro.

Per quanto concerne il recupero del complesso nel suo insieme, infine, si suggeriscono alcune idee atte a migliorare le prestazioni dell'edificio, l'estetica e la sostenibilità, riducendone i consumi e l'impatto ambientale. Sempre più diffusa, infatti, risulta oggi l'esigenza di adeguamento delle strutture del secolo scorso ai requisiti minimi richiesti ad un edificio odierno: la questione dell'ecosostenibilità e dell'abbattimento delle emissioni dei "grattacieli energivori" risulta quanto mai attuale [18]. Gli esempi seguenti prendono spunto da questa esigenza e riguardano approcci pratici sia dal punto di vista del recupero con conservazione d'utilizzo come uffici, che

la modifica di destinazione d'uso come struttura ricettiva, aperta al pubblico o mista (es: albergo, ristorante, bar, ecc.).

L'intervento sul curtain wall: modellazione digitale dell'esistente e adeguamento tecnologico

La condizione attuale dei montanti e dei telai degli infissi, interessati da deterioramento e fenomeni di dilavamento diffuso, pone difficoltà operative per il recupero del *curtain wall*, principalmente a causa dell'obsolescenza dei materiali e dei processi produttivi originari, richiedendo costi tanto elevati quanto più marcato e raro risulta il carattere costruttivo sperimentale adottato. I manufatti costitutivi l'edificio, infatti, appartengono ad un periodo storico in cui la matrice industriale della prefabbricazione era attenuata da un processo di adattamento progressivo, avvenuto grazie all'integrazione di pratiche costruttive più tradizionali [19]. Questa singolarità concede al rivestimento di facciata un ruolo di primo piano nell'eventuale recupero del complesso.

L'approccio al recupero, tuttavia, può seguire differenti metodologie.

Per il caso del grattacielo in esame, non esistendo vincoli architettonici, si suggerisce un intervento parziale di restauro sulle colonne di facciata e sulle lamine di rivestimento delle travi esterne, mentre una sostituzione dei telai degli infissi e delle lastre in vetro con un prodotto che garantisca performance ottimali, consultando i capitolati dei produttori e scegliendo il prodotto che soddisfa nel migliore dei modi le esigenze di recupero. La progettazione dei profili in alluminio, invece, potrebbe essere effettuata attraverso la modellazione 3D del nuovo *curtain wall*, ispirato ai disegni originari, al fine di salvaguardarne i caratteri architettonici, secondo l'approccio previsto dal BIM. Le condizioni di degrado in cui versa il *curtain wall*, infatti, non ne consentono un restauro completo: se all'esterno l'ossidazione dei materiali appare puntuale e diffusa, all'interno la situazione peggiora a causa della presenza di infiltrazioni con gravi problemi di tenuta dell'infisso stesso. Inoltre, l'obsolescenza tecnologica tipica di elementi prefabbricati del secolo scorso, rende i telai degli infissi insufficienti a soddisfare caratteristiche come l'isolamento acustico e il comportamento termo-igrometrico, richieste ai rivestimenti di ultima generazione, soprattutto in considerazione dell'estensione della superficie vetrata che avvolge i fabbricati. Si suggerisce un intervento di sostituzione con moduli a cellule con sistema motorizzato di tende per la regolazione dell'apporto solare.

Infine, con l'obiettivo di rendere l'edificio più sostenibile e performante, si potrebbero adottare ulteriori accorgimenti per la progettazione del nuovo rivestimento di facciata: tramite lo studio di modelli di simulazione del moto del sole, si potrebbe pensare di applicare "sistemi di facciata con elementi fotovoltaici integrati", inserendo i pannelli nelle lastre in vetro delle finestre a maggior irraggiamento. Esistono sul mercato pellicole semitrasparenti o gel contenenti nanoparticelle che in presenza della luce, reagiscono producendo energia e oscurando parzialmente la superficie, garantendo in questo modo una riduzione della componente luminosa irradiante negli ambienti interni [20].

La progettazione dei nuovi vani scala a vetri: una doppia pelle per gli scaloni centrali

In vista di un recupero completo, la necessità di una progettazione apposita di un vano scale esterno risulta consigliabile, su sostituzione del prefabbricato esistente. Inoltre, se l'ampiezza dei

pianerottoli degli scaloni principali risulta adeguata ad un utilizzo comune, le dimensioni minime della struttura nella manica della torre di via Cernaia, sono insufficienti a soddisfare eventuali situazioni di pericolo e consentire lo sfollamento rapido dell'edificio, trattandosi di manufatti prefabbricati risalenti agli anni '60; l'ulteriore degrado ne rende inagibile la costruzione. Non essendo possibile l'adeguamento delle strutture esistenti, risulta pertanto obbligatorio l'inserimento di elementi a norma che garantiscano vie di fuga sicure in caso di incendio o di rischio.

Una proposta interessante potrebbe essere quella di concepire una struttura composta da elementi imbullonati in acciaio, inserita in un telaio in vetro strutturale: la trasparenza del nuovo elemento, posto in aderenza al grattacielo, restituirebbe al complesso la percezione originaria della forma, con le rientranze in manica; infine un sistema a doppia pelle, dotato di collettori mobili, garantirebbe il ricircolo naturale dell'aria all'interno del vano scale; questo stesso principio potrebbe essere adottato per l'adeguamento tecnologico della torre in vetro di via Ruffini. Risulta necessario infatti un sistema di ventilazione naturale per garantire un livello minimo di comfort ambientale: il vano a causa delle vetrate non apribili, raggiunge temperature elevate che ne provocano il surriscaldamento.

Qualora le disposizioni normative lo consentissero, in corrispondenza della manica di via Cernaia, si potrebbe installare un ascensore panoramico (in sostituzione delle ex scale antincendio non a norma) da cui ammirare, durante la salita ai piani, la vista del centro di Torino; il design riprenderebbe una cellula del curtain wall.

Le destinazioni d'uso: dagli uffici all'hotel di lusso, con ristorante e lounge bar

In caso di vendita dell'immobile da parte della RAI si aprirebbero diversi scenari: appurato il problema della bonifica da amianto, la destinazione d'uso finale del grattacielo scaturirebbe da un privato, da una società o da una cordata di aziende interessati alla trattativa di acquisto.

La disposizione dei vani interni, così come il loro utilizzo, dipenderebbe pertanto dalla volontà di questi soggetti. L'utilizzo ad uffici che ne ha fatto la RAI per più di 40 anni, sarebbe ad oggi difficile da immaginare: per la volumetria totale del complesso, il pregio dei rivestimenti del salone di ingresso e dei piani 16 e 17, la disposizione dei corridoi dei livelli del grattacielo e i servizi generali posti all'interno dei corpi bassi delle vie, risulta plausibile una futura riconversione a struttura ricettiva. La torre potrebbe ospitare un hotel, con gli ex piani dirigenziali adibiti a *suites* di lusso. I corpi bassi, invece, costituirebbero le aree comuni: la mensa, il ristorante, il bar, ecc.. Il contesto urbano circostante, con la presenza del grattacielo Intesa Sanpaolo e della stazione di Porta Susa, favorirebbe questo utilizzo come forma di investimento da parte degli acquirenti.

5. LA PROGETTAZIONE “GREEN” PER UN RECUPERO SOSTENIBILE

Il recupero del grattacielo è stato fino ad ora analizzato dal punto di vista architettonico-ingegneristico, suggerendo soluzioni per il restauro di determinati elementi, l'adeguamento tecnologico di altri e le tecniche di intervento sugli ambienti interni. Tuttavia, non si può oggi trattare di recupero del moderno senza porre l'attenzione alla progettazione sostenibile. Nel campo del costruito, i progettisti di strutture sono chiamati a prevedere forme di sostenibilità ambientale sia per le

nuove costruzioni che, soprattutto, nel recupero dell'esistente, ponendo maggiore attenzione a soluzioni "green" che comprendano lo sfruttamento di forme di energia rinnovabile, l'introduzione della vegetazione anche come elemento architettonico e l'attenzione all'utilizzo di nuovi materiali che contribuiscano a migliorare la qualità della vita degli utenti. Di seguito, si suggeriscono alcune idee per la progettazione del recupero "green" del grattacielo in esame.

I giardini: il roof garden, i tetti verdi e il Living Wall

Un approccio efficace a risoluzione del problema della scarsa vivibilità cittadina è costituita dal tetto verde. I vantaggi di questa tipologia sono molteplici: oltre a purificare l'aria dagli agenti inquinanti e migliorare anche la percezione psicologica degli utenti che vivono molte ore in uno spazio *indoor*, influisce sull'edificio migliorandone le caratteristiche igrometriche, nell'isolamento termico del tetto e nella regolazione dell'umidità presente nell'aria [21].

Un intervento di recupero delle superfici, avrebbe inizio dalla progettazione verde: dallo smaltimento delle tubazioni ossidate del vecchio impianto, si potrebbe ottenere una superficie da adibire a tetto giardino, mentre la copertura piana del fabbricato di via Ruffini e l'area scoperta dell'ex mensa, sarebbero adibite a *roof garden*, con una progettazione attenta ai dettagli. Per la prima superficie, si suggerisce la realizzazione di un giardino a verde estensivo (non fruibile), che richiede minore manutenzione e la presenza di piante di piccole dimensioni e l'utilizzo di fioriere con piante rampicanti e pannelli forati, che permettano lo sviluppo in altezza della vegetazione allo scopo di coprire l'ingombro degli impianti a vista. Per l'esecuzione dei *roof garden*, invece, si propone l'inverdimento intensivo, fruibile come un vero e proprio giardino che come tale necessita di manutenzione; lo spessore di stratificazione richiesto da questa tecnica è compreso tra i 20 e i 150 cm, con un peso tra i 20 e i 2000 kg/mq. Risulta pertanto necessario eseguire le opportune verifiche prima di applicare questa soluzione.

Una ulteriore proposta "green" riguarda il torrione in calcestruzzo armato posto tra le vie Ruffini e Guicciardini. Questa struttura rivestita in pietra, tende e a deteriorarsi a causa dell'azione degli agenti atmosferici. Una proposta sostenibile considera l'installazione di una parete verticale verde, il *living wall*, in blocchi modulari da disporre con continuità, secondo la geometria più idonea.

Il piano 18: la terrazza panoramica con un tetto in cemento biodinamico

L'ultimo piano del grattacielo si trova al livello 18, dove si accede ad uno spazio aperto in cui il perimetro è delimitato dalle cellule finali del *curtain wall* e dai piedritti del binario per la navicella lavavetri. Il livello più alto è occupato dalla copertura in acciaio, sorretta da travi a sbalzo poste in continuità con lo scheletro del grattacielo.

L'area dell'ultimo piano è stata impiegata principalmente per disporre i vani tecnici degli ascensori e del montacarichi.

La superficie residua, potrebbe essere recuperata per la realizzazione di una terrazza panoramica, sfruttando gli accessi delle due scale e dell'eventuale ascensore nella manica di via Cernaia. Gli interventi in questo caso riguarderebbero essenzialmente il ripristino della pavimentazione, il restauro della copertura e l'installazione di griglie per la vegetazione rampicante attorno ai pilastri in acciaio della stessa; si potrebbero sfruttare le superfici verticali dei vani ascensore come

supporti per orti urbani verticali, non esposti completamente alle intemperie grazie alla presenza della copertura.

Se per la vegetazione rampicante si applicano gli stessi interventi visti precedentemente, il recupero sostenibile del tetto del grattacielo, presenta aspetti innovativi ed interessanti. La proposta è quella di modellare pannelli in cemento biodinamico, con geometrie appositamente studiate ed illuminati da un idoneo sistema di *light design* a LED, da applicare all'intradosso della copertura. Questo materiale, prodotto da Italcementi per Expo Milano 2015 [22], possiede innumerevoli qualità; tra queste, la capacità di assorbire gli agenti inquinanti, trasformandoli in sali inerti, garantirebbe una migliore qualità dell'aria, comportandosi come un depuratore naturale. Proprio questo ultimo intervento sulla struttura, potrebbe restituirle la dignità impropriamente persa con l'appellativo di "grattacielo dell'amianto". Sarebbe un sintomo di rinascita, come gesto di rispetto, dovuto a questo edificio.

Il recupero del grattacielo RAI rientrerebbe di diritto nella categoria *LEED for Existing Buildings*, per gli edifici esistenti che hanno subito una ristrutturazione. La proposta di candidatura sarebbe consigliabile anche a seguito dei numerosi interventi sopracitati di recupero sostenibile.

6. Conclusioni

Questo elaborato ha illustrato l'ipotesi di un approccio metodologico che unisca gli strumenti di intervento per la ristrutturazione di un edificio, costituendo globalmente un criterio d'approccio oculato al recupero stesso. Qualsiasi contributo al recupero deve fondarsi sulla conoscenza estremamente completa della struttura, al fine di evitare provvedimenti che ne deturpino la storia o il segno architettonico. Il passo successivo consiste nell'applicare le metodologie ai casi in esame, tracciando un percorso di operazioni relative alla tipologia di costruito.

Inoltre, l'attenzione alla sostenibilità, necessaria al giorno d'oggi, deve spingere ad applicare soluzioni reali, condivise e rapide per marginare quanto meno il problema.

Con l'aumento del fabbisogno di risorse da parte della popolazione mondiale a danno del nostro pianeta, infatti, stiamo aumentando invece di ridurre il nostro impatto ambientale: la necessità di intraprendere una direzione inversa deve essere chiara a tutti; i progettisti, nel loro campo, possono contribuire pertanto al recupero di edifici abbandonati e contesti urbani degradati, attraverso piccole soluzioni dai grandi benefici.

Riferimenti bibliografici

- [1] Garda E. Vetrocemento. Progetto e restauro. La Torre Littoria di Melis e Bernocco a Torino. In: Cupelloni L (a cura di). *Materiali del moderno: Campo, temi e modi del progetto di riqualificazione*. Ed. Gangemi, Roma, 2017, 307-08
- [2] AA.VV. La sede di Torino.Rai. Storia della Radio. Visitato il 2 gennaio 2020. <http://www.storiadellaradio.rai.it/dl/portali/site/articolo/ContentItem-dfb055aa-7122-49f5-8849-8279bf18eaa8.html>
- [3] Martina E. Sviluppo urbanistico di Torino. In: AA.VV. *Un nuovo palazzo a Torino*. Ed. G & P, Torino, 1968, 26.

- [4] Sasso L. Morelli nell'architettura tra le due guerre. In: AA.VV. Bagliani D (a cura di). Domenico Morelli: Ingegnere Architetto. Ed. Toso, Torino, 1993, 46.
- [5] De Miranda F. La struttura in ferro: Aspetti generali della progettazione strutturale. In: AA.VV. Un nuovo palazzo a Torino. Ed. G & P, Torino, 1968, 50.
- [6] Cfr. L'Architettura cronache e storia 158, Dicembre 1968.
- [7] Minucci E. La Rai cambia casa e va in via Cavalli. La Stampa. Torino. 13 febbraio 2013. Visitato il 2 gennaio 2020. <http://www.lastampa.it/2013/02/13/cronaca/comincia-il-risiko-della-rai-nuovi-uffici-per-persone-TXMLtYDp8DFltvHtjMwZK/pagina.html>
- [8] Rossi A. L'ordinanza: via i clochard dall'ex sede Rai. La Stampa. Torino, 19 maggio 2018. Visitato il 2 gennaio 2020. <http://www.lastampa.it/2018/05/19/cronaca/lordinanza-della-sindaca-via-i-clochard-dallex-sede-rai-bUleTT8mSeznASzJ8D3EFP/pagina.html>
- [9] AA.VV. Amianto e tumori alla Rai di Torino. Torino. Visitato il 2 gennaio 2020. <http://www.libersind.it/libersind/amianto-e-tumori-alla-rai-di-torino>
- [10] Minucci M. Il giallo dell'amianto al grattacielo Rai. Rassegna sindacale (blog). Torino, 12 gennaio 2010. Visitato il 2 gennaio 2020. [rassegna.it/articoli/il-giallo-dellamianto-al-grattacielo-rai](http://www.rassegna.it/articoli/il-giallo-dellamianto-al-grattacielo-rai)
- [11] Cassazione Penale, Sez. 4. Morte per mesotelioma pleurico dell'addetto alla manutenzione di computer presso la sede RAI. Presenza di fattori causali alternativi. n. 48541, Torino, 24 ottobre 2018.
- [12] Longhin D. Grattacielo della Rai, deserta l'asta, che partiva da sette milioni, per la vendita dell'edificio. La Repubblica. Torino, 15 ottobre 2019. Visitato il 2 gennaio 2020. https://torino.repubblica.it/cronaca/2019/10/15/news/grattacielo_della_rai_deserta_l_asta_per_la_vendita_dell_edificio-238619349/
- [13] Masi M, Corongiu A. Amianto. Manuale di bonifica. Analisi del rischio. Metodi di intervento. Edizioni DEI Tipografia del Genio Civile, Roma, 2005. Tab.2, pag. 20.
- [14] Pierotti P. Anche i grattacieli invecchiano: riconversione o demolizione? IlSole24ore. Milano, 20 giugno 2018. Visitato il 2 gennaio 2020. <http://www.ilsole24ore.com/art/casa/2018-06-19/anche-grattacieli-invecchiano-riconversione-o-demolizione-130625.shtml>
- [15] Rossi A. Hilton punta a fare il bis: un hotel al grattacielo ex Rai. LaStampa. Torino, 9 ottobre 2018. Visitato il 2 gennaio 2020. <http://www.lastampa.it/2018/10/09/cronaca/hilton-punta-a-fare-il-bis-un-hotel-al-grattacielo-ex-rai-in0Px8sv6eJom26zKy0TRJ/pagina.html>
- [16] Elenco immobili vincolati. Comune di Torino. Torino. Visitato il 2 gennaio 2020. http://www.comune.torino.it/ediliziaprivata/elenchi/cod_benicult/edificivincolati2003.pdf
http://www.comune.torino.it/cimp/moduli/elenco_immobili_vincolati_agg092012.pdf
- [17] Greco L, Mornati S. La torre Galfa di Melchiorre Bega. Gangemi Editore, Roma, 2012.
- [18] Conte S. Grattacieli Green. New York fa la guerra agli edifici energivori. Ingegneri.cc (blog). New York, 30 aprile 2019. Visitato il 2 gennaio 2020. <https://www.ingegneri.cc/si-grattacieli-green-no-emissioni.html>
- [19] Zordan M. Acciaio e industrializzazione. Analisi di alcune singolari sperimentazioni del secondo Novecento. Gangemi Editore, Roma, 2012.

- [20] AA.VV. Le finestre fotovoltaiche sono l'innovazione per la casa che cercavi. QuiFinanza (blog), 13 agosto 2018. Visualizzato il 2 gennaio 2020.
<https://quifinanza.it/green/finestre-fotovoltaiche-innovazione-casa/216309/>
- [21] Balocchi A. Giardini verticali e tetti verdi: il futuro è sempre più green. Infobuild (blog), 2 agosto 2019. Visitato il 2 gennaio 2020.
<https://www.infobuild.it/approfondimenti/giardini-verticali-tetti-verdi-futuro-sempre-piu-green>
- [22] I-active. Italcementi ®. Visitato il 2 gennaio 2020. <https://www.italcementi.it/it/iactive-BIODYNAMIC>

