



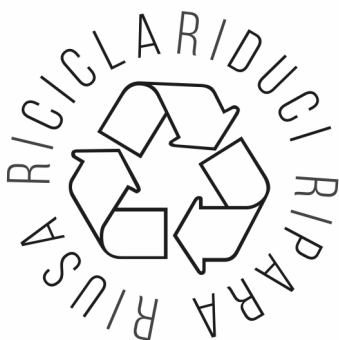
II° Convegno Internazionale "Riduci, Ripara, Riusa, Ricicla"

I RIFIUTI COME RISORSA PER IL PROGETTO SOSTENIBILE

A cura di Adolfo F.L. Baratta e Agostino Catalano



Dario Flaccovio Editore



II° Convegno Internazionale "Riduci, Ripara, Riusa, Ricicla"

**I RIFIUTI COME
RISORSA
PER IL PROGETTO
SOSTENIBILE**

A cura di

Adolfo F. L. Baratta e Agostino Catalano

Tutti i contributi sono stati valutati seguendo il metodo del *double-blind peer review*.

Comitato Scientifico

Rossano Albatici
Università degli Studi di Trento

Vitangelo Ardito
Politecnico di Bari

Adolfo F. L. Baratta
Università degli Studi Roma Tre

Agostino Catalano
Università degli Studi del Molise

Michela Dalprà
Università degli Studi di Trento

Ornella Fiandaca
Università degli Studi di Messina

Francesca Giglio
Università Mediterranea

Luis Palmerio Iglesias
Universitat Politècnica de València

Raffaella Lione
Università degli Studi di Messina

Luigi Mollo
Seconda Università di Napoli

Antonello Monsù Scolaro
Università degli Studi di Sassari

Alessandro Rogora
Politecnico di Milano

Andrés Salas Montoya
Universidad Nacional de Colombia

Comitato Organizzatore

Laura Calcagnini
Università degli Studi Roma Tre

Antonio Magarò
Università degli Studi Roma Tre

Fabio Minutoli
Università degli Studi di Messina

Camilla Sansone
Università degli Studi del Molise

Partner istituzionali



Sponsor



Progetto grafico

Silvia Pinci

INDICE

INTRODUZIONE

- 11** **PREMESSA. UNA SOCIETA' A ZERO RIFIUTI**
PREMISE. A ZERO WASTE SOCIETY
Adolfo F. L. Baratta
- 18** **PREMESSA. RICICLAGGIO URBANO E TERREMOTO**
PREMISE. URBAN RECYCLING AND EARTHQUAKE
Agostino Catalano

RICERCA

- 27** **PROGETTO CASA: VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI AMBIENTALI
CON METODOLOGIA LCA**
*CASA PROJECT: EVALUATION OF ENVIRONMENTAL IMPACTS BY
LCA*
Rossano Albatici, Silvia Borghini, Michela Dalprà
- 39** **RICOSTRUIRE CON LE MACERIE. HANS DOELLGAST, JOSEF
WIEDEMANN, RUDOLF SCHWARZ**
*RECONSTRUCTION WITH RUINS. HANS DOELLGAST, JOSEF
WIEDEMANN, RUDOLF SCHWARZ*
Vitangelo Ardito
- 51** **THE RECYCLABILITY INDEX AND ITS APPLICATION IN BUILDINGS MADE
WITH REUSED ISO CONTAINERS**
*THE RECYCLABILITY INDEX AND ITS APPLICATION IN BUILDINGS MADE
WITH REUSED ISO CONTAINERS*
Fernando Barth, Luiz Henrique M. Vefago, Luana Toralles
Carbonari

- 65** ISOLANTI RICICLATI NELLE CHIUSURE OPACHE: PRESTAZIONI ENERGETICHE A CONFRONTO
INSULATION RECYCLED MATERIALS IN BUILDING ENCLOSURE: COMPARISON OF ENERGY PERFORMANCE
Laura Calcagnini
- 77** RIFIUTILE! POSSIBILITÀ DELLE ICT GEOREFERENCEZATE NELLA VALORIZZAZIONE INTERSETTORIALE DEI RIFIUTI IN ARCHITETTURA
RIFIUTILE! POSSIBILITIES OF GEOREFERENCED ICT IN THE INTERSECTORIAL WASTE REUSE FOR ARCHITECTURE
Paolo Carli, Alessandro Rogora
- 89** RIUSO DELLE MACERIE DA CROLLI TOTALI O PARZIALI DI EDIFICI COLPITI DA SISMA
REUSE OF THE RUBBLE FROM TOTAL OR PARTIAL COLLAPSES OF BUILDINGS STRUCK BY EARTHQUAKE
Agostino Catalano
- 101** IL RIUSO ENDOGENO: UN CASO SPERIMENTALE A L'AQUILA
THE ENDOGEN REUSE: AN EXPERIMENTAL CASE IN L'AQUILA (ITALY)
Stefania De Gregorio, Luis Palmero, Maria Cristina Forlani, Pierluigi De Berardinis
- 113** AGGREGATI PLASTICI RICICLATI PER CALCESTRUZZI LEGGERI STRUTTURALI. RI-ORIENTARE UN PERCORSO DI RICERCA A VALLE DI UN CICLO DI SPERIMENTAZIONE CONCLUSO
AGGREGATES RECYCLED PLASTIC FOR STRUCTURAL LIGHTWEIGHT CONCRETES. RE-ORIENT A SEARCH PATH DOWNSTREAM OF A CYCLE OF EXPERIMENTATION CONCLUDED
Ornella Fiandaca
- 129** PROGETTARE REVERSIBILE, MICRO-ARCHITETTURE URBANE E SPERIMENTAZIONI DI PROCESSI SOSTENIBILI CIRCOLARI
REVERSIBLE DESIGN, URBAN MICRO-ARCHITECTURES AND EXPERIMENTATION OF SUSTAINABLE CLOSED PROCESSES
Francesca Giglio, Giulia Savoja

- 141** RIMUOVERE. RICICLARE. RICOSTRUIRE. IL DIFFICILE DESTINO DELLE MACERIE DA SISMA
REMOVE. RECYCLE. REBUILD. THE DIFFICULT FATE OF THE RBBLU FORM EARTHQUAKE
Raffaella Lione, Fabio Minutoli
- 153** TERRA CRUDA E AGGREGATI RICICLATI DA COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE: VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI MECCANICHE
RAMMED EARTH AND RECYCLED AGGREGATES FROM CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE: EVALUATION OF MECHANICAL PERFORMANCES
Antonio Magarò
- 165** CARATTERIZZAZIONE DELLE CENERI DI LEGNO COME MATERIALE CEMENTIZIO SUPPLEMENTARE
CHARACTERIZATION OF WBA AS SCM
Luigi Mollo, Rosa Agliata, Raffaele Cesaro
- 177** RIUTILIZZO DI MATERIALI END OF WASTE PER ECO INNOVAZIONI DI FILIERE PRODUTTIVE: UNA MAPPATURA SPERIMENTALE IN SARDEGNA
REUSE OF END OF WASTE MATERIALS FOR ECO INNOVATION OF SUPPLY CHAINS: AN EXPERIMENTAL MAPPING IN SARDINIA (ITALY)
Antonello Monsù Scolaro
- 191** RIUSO E RIPARAZIONE. LE PICCOLE ARCHITETTURE AGRARIE DI GION A. CAMINADA
REUSE AND RESTORATION. A SMALL FARM BUILDINGS BY GION A. CAMINADA
Nicola Panzini
- 203** INCOLLARE, COLLEGARE, SILDARE: METODI E TECNICHE DI CONNESSIONE PER IL RICICLO IN EDILIZIA
GLUING, SCREWING, WELDING: CONNECTING METHODS AND TECHNICS FOR THE REUSE OF BUILDING MATERIALS
Alessandro Rogora, Paolo Carli

- 215** MICRO SILICA FROM RICE HUSK IN HIGH PERFORMANCE CONCRETE AS SUBSTITUTE FOR SILICA FUME
Andres Salas-Montoya
- 229** MATERIALI E TECNOLOGIE PER IL RIUSO DEI RIFIUTI PLASTICI NELLE COSTRUZIONI EDILI
MATERIALS AND TECHNOLOGIES FOR THE REUSE OF PLASTIC WASTE IN THE BUILDINGS CONSTRUCTION
Camilla Sansone
- 239** I RIFIUTI: CRITICITÀ E OPPORTUNITÀ PER IL LORO RIUSO/RICICLO NELLA "EDILIZIA - INDUSTRIA 4.0"
WASTE: THREATS AND OPPORTUNITIES FOR ITS REUSE/RECYCLE IN THE "BUILDING - INDUSTRY 4.0"
Adriana S. Sferra

AUTORI

- 252** PROFILI DEGLI AUTORI

Alessandro Rogora

Professore Ordinario, Politecnico di Milano, Dipartimento DASTU
alessandro.rogora@polimi.it

Paolo Carli

Ricercatore, Politecnico di Milano, Dipartimento DASTU
paolo.carli@polimi.it

**Incollare, collegare, saldare: metodi e tecniche di
connessione per il riciclo in edilizia**

*Gluing, screwing, welding: connecting
methods and technics for the reuse of
building materials*

SOMMARIO

Il recupero di materiali ed elementi per il riuso in edilizia richiede lo studio di adeguate tecniche di connessione/collegamento che siano allo stesso tempo efficaci, semplici, durevoli e in alcuni casi reversibili. Troppi sono infatti gli esempi di architetture -anche molto pubblicate- in cui l'uso di materiali di recupero ha comportato una quantità elevatissima di manodopera che rende, di fatto, impraticabile la diffusione delle soluzioni proposte che rimangono confinate a progetti singoli fortemente simbolici ma non replicabili in quanto fuori mercato. Per riutilizzare materiali di scarto sono possibili diverse soluzioni che spaziano dal consolidamento del materiale (spesso senza una forma propria), alla connessione meccanica. Di seguito vengono riportati i risultati di alcune ricerche effettuate presso il Politecnico di Milano nei quali lo studio dei sistemi di collegamento/stabilizzazione è risultato particolarmente importante.

Parole chiave

Connessione, Fissaggio, Saldatura chimica

ABSTRACT

The recovery of materials and elements for the reuse in architecture requires the study of suitable techniques of connection that have to be simple, efficient, durables and sometimes reversible. There are too many examples of architectures - even too much published on magazines - in which the use of reclaimed materials has resulted in a high amount of work which makes, in fact, impracticable the diffusion of the proposed solutions that remain confined to individual projects strongly symbolic but not replicable because above the market. There are several possible solutions to reuse waste materials. These solutions range from the material's consolidation (often without a proper form) to the mechanical connection. Shown below are the results of some research carried out at the Politecnico di Milano in which the study of the connection/stabilization systems is particularly interesting.

Keywords

Connection, Fixing, Chemical Welding

1. Introduzione

A differenza dei materiali normalmente utilizzati in edilizia quelli di recupero hanno maggiori problemi per realizzare elementi con capacità meccaniche tali da poter essere proficuamente utilizzati nel settore delle costruzioni. Se da un lato è possibile pensare a elementi lignei di scarto di dimensioni contenute che possono essere connessi tra loro con chiodi o viti per realizzare un elemento strutturale portante (trave o pilastro) di tipo reticolare, nella maggior parte dei casi i materiali di scarto non possono essere direttamente e facilmente utilizzati nelle costruzioni. [Addis, 2012]

Se prendiamo per esempio elementi cilindrici come bottiglie, lattine, tubi di cartone o di PVC, risulta molto difficile l'utilizzo perché i cilindri hanno punti di contatto ridotti e poco utili sia per trasferire correttamente i carichi meccanici che per limitare il passaggio del calore o la tenuta all'aria. Molte delle soluzioni architettoniche che si possono incontrare in rete, sia realizzate da noti progettisti che da ignoti autocostruttori, presentano problemi analoghi di funzionamento che vengono risolti con soluzioni più o meno eleganti che limitano, ma spesso non risolvono completamente il problema.

Un caso esemplare è quello delle bottiglie di vetro.

Le bottiglie utilizzate nella costruzione di pareti perimetrali richiedono l'impiego di abbondanti strati di malta per poterle mettere in opera con un gradevole risultato estetico, ma pessime prestazioni termiche, prestazioni meccaniche al limite dell'accettabilità e una notevole quantità di mano d'opera necessaria alla realizzazione delle murature.

Quest'ultimo tema può essere critico: non è da sottovalutare il grande impegno di tempo che molte soluzioni costruttive di questo tipo richiedono.

Se è vero che nell'architettura di necessità il tempo può avere un valore relativamente basso, esistono casi in cui la rapidità di messa in opera è un obiettivo strategico che non deve essere sottovalutato. Se immaginiamo poi di voler diffondere queste soluzioni costruttive al di fuori della nicchia dell'autocostruzione più estrema, la messa a sistema di soluzioni tecniche in

grado di garantire il raggiungimento di prestazioni adeguate è una priorità importante.

Di seguito vengono riportati alcuni lavori di ricerca realizzati al Politecnico di Milano che hanno considerato le modalità di utilizzo dei materiali di recupero, possibilmente usati in maniera diretta e senza importanti lavorazioni preparatorie. In questi lavori il tema della connessione o della stabilizzazione (nel caso di materiali che non hanno una forma propria) è risultato l'elemento chiave e di interesse per poter definire soluzioni d'uso efficienti e realmente utilizzabili. Sono state individuate 4 modalità di connessione che hanno riguardato materiali molto diversi tra di loro. La prima tecnica è quella della stabilizzazione di materiali informi. La stabilizzazione avviene attraverso un incollaggio di tipo chimico aggiungendo al materiale informe un elemento legante. La seconda tecnica di connessione è quella classica di tipo meccanico che unisce tra di loro due o più elementi utilizzandone un terzo; la connessione meccanica più largamente utilizzata è quella che utilizza chiodi, viti o graffe. Esistono poi ulteriori modalità di connessione che utilizzano materiali diversi come elementi di collegamento oppure utilizzano elementi sagomati che fungono da connettori, e per finire la saldatura (termica o chimica).

2. Stabilizzazione per materiali informi

Come accennato nell'introduzione, la stabilizzazione di materiali senza forma propria ha come obiettivo quello di rendere facile la movimentazione del materiale e rendere il materiale sfuso lavorabile e facile da mettere in opera. Una buona stabilizzazione rende possibile la coesione del materiale garantendo una certa resistenza meccanica e migliorando la durabilità del materiale risultante alle azioni climatiche (pioggia, sole, vento, umidità dell'aria) e meccaniche (abrasione). Il materiale stabilizzato offre generalmente una discreta tenuta a viti e chiodi che ne facilita la messa in opera come pannelli nelle costruzioni a secco con struttura portante puntiforme. In alcuni casi la stabilizzazione permette di realizzare dei blocchi utilizzabili come elementi portanti per edifici di piccole dimensioni, anche se

le attuali normative antisismiche rendono quasi impraticabile questa opzione (DM 14 gennaio 2008).

In questo ambito sono state da un lato analizzate alcune delle soluzioni esistenti sul mercato per verificarne le eventuali criticità e per proporre delle migliorie, mentre dall'altro sono state proposte alcune ipotesi di riutilizzo di materiali di scarto per i quali sono state ipotizzate delle soluzioni che andranno verificate con industrie del settore per valutare l'efficacia e la durabilità delle soluzioni proposte. Di seguito vengono descritti 3 materiali stabilizzati di natura diversa che sono stati studiati con dei lavori di tesi: un conglomerato di carta e cemento, denominato Papercrete che viene utilizzato in operazioni di autocostruzione principalmente nei Paesi a clima caldo arido; un conglomerato di scaglie di legno mineralizzato brevettato da un'azienda italiana piemontese (PLS). Si tratta di un conglomerato a base di legno in scaglie e cemento che viene utilizzato per la produzione di pannelli per edilizia con discrete proprietà termiche e meccaniche; un prodotto innovativo a base di polveri provenienti dalla filiera del taglia&cuci, denominato Textilecrete di cui si è provata la stabilizzazione sia utilizzando colla vinilica che cemento.

Il Papercrete è una miscela di carta e cemento (da cui il nome paper + crete) che una volta essiccata produce un materiale leggero, isolante, abbastanza resistente e facilmente lavorabile. Il materiale è stato studiato per via sperimentale con due tesi di laurea che hanno permesso di valutare il comportamento di provini realizzati con miscele diverse e ipotizzarne l'uso in edilizia³². Le miscele realizzate avevano una composizione che variava da un rapporto cemento/carta 1:1 fino a triplicare la quantità di cemento con un rapporto 3:1.

Contrariamente a quanto riportato in letteratura nelle nostre prove non abbiamo riscontrato un significativo incremento della resistenza meccanica aumentando la quantità di cemento nelle miscele. La resistenza del materiale

³² Francesca Galbiati e Lorena Laterza. [AA 2005/06]. *Papercrete e oltre: studio di un blocco in carta riciclata e cemento a prestazioni migliorate*. Tesi di laurea, Relatore prof. Alessandro Rogora.

rimane comunque abbastanza limitata e applicando le normative attuali non è possibile avere costruzioni realizzate costruiti in papercrete con altezza maggiore di un piano. Come materiale per isolamento, il papercrete risulta invece economico e abbastanza efficace (trasmissione del mattone tipo: 1,5 W/m²K), anche se deve essere adeguatamente protetto dall'acqua sia diretta che di risalita. Il papercrete è infatti sensibile all'umidità e deve essere protetto sia durante il periodo di essiccazione dei blocchi che durante la posa in opera per la realizzazione delle murature, fino alla posa del tetto. Un blocco di papercrete posto a contatto con acqua, infatti, si imbibisce, si deforma e quindi si deteriora molto rapidamente perdendo le caratteristiche di coesione e resistenza meccanica.

Il PLS è un materiale prodotto da un'azienda vicino a Cuneo nato dalla necessità dell'azienda di smaltire lo sfrido di produzione (scaglie di legno) che negli anni era passato da prodotto di valore a rifiuto da smaltire. Nel 2005/06 è stata realizzata una tesi di laurea per studiare la realizzazione di blocchi in PLS da immettere sul mercato³³. Il problema da affrontare non è stato relativo allo studio del materiale, che è brevettato e presenta grande stabilità e discreta resistenza meccanica, ma la realizzazione e commercializzazione di blocchi in PLS capaci di adattarsi ai problemi più comuni che si ritrovano in cantiere per la soluzione delle discontinuità.

Il Textilecrete invece riutilizza le polveri di scarto provenienti dalla lavorazione dei tessuti durante le fasi di taglio e confezionamento. Mentre le pezze di scarto vengono generalmente reimmesse nella filiera produttiva per produrre nuovi filati, le polveri del taglio sono immagazzinate per essere smaltite non avendo uno specifico utilizzo³⁴. L'ipotesi è stata quella di utilizzare queste polveri di scarto stabilizzandole in pannelli che potessero essere utilizzati come materiale isolante. Le prove di stabilizzazione con colle viniliche o cemento non hanno permesso di dare delle soluzioni definitive e nemmeno dei risultati sicuri rispetto al comportamento del materiale nel

³³ Ciffo, E. [2005/06]. *Il riciclo degli scarti di lavorazione industriale in legno. Progettazione di un sistema costruttivo in PLS*. Tesi di laurea, Relatore prof. Alessandro Rogora.

³⁴ Cimma, I. [2012/13]. *Textilecrete: costruire con il tessile*. Tesi di laurea, Relatore prof. Alessandro Rogora.

tempo, ma le ipotesi proposte sembrano interessanti e potrebbero essere approfondite con prove di durabilità e compatibilità chimica dei materiali utilizzati.

3. Connessione meccanica a secco tra elementi strutturali

La connessione meccanica prevede di unire 2 elementi attraverso un terzo che ne permette l'accoppiamento. Nell'esperienza quotidiana la connessione meccanica viene realizzata con chiodi, viti, graffette o rivetti, ma la nostra sperimentazione si riferisce a soluzioni anche molto diverse. In particolare è stato affrontato il problema della connessione tra elementi cilindrici; nello specifico sono state studiate le soluzioni per il collegamento di culmi di bambù e di cilindri di cartone.

Nel caso del bambù sono disponibili in letteratura soluzioni che vanno dalle classiche tecniche di legatura dei culmi a quelle che utilizzano un collegamento con elementi metallici che vengono collegati meccanicamente ai culmi e consolidati con un getto di calcestruzzo [Lopez, 1981]. Questa tecnica è largamente diffusa ed è stata fatta conoscere al mondo dalle opere dell'architetto Simon Velez.

La realizzazione del padiglione di Vergiate (VA) rappresenta la prima struttura permanente europea realizzata in bambù che ha utilizzato questa tecnica [Carli, 2016]. La complessità realizzativa della tecnica di connessione tra i culmi ha portato a diverse ipotesi di giunti reversibili tra cui quello proposto qui nella tesi³⁵.

La proposta è quella di utilizzare dei grossi "tasselli ad espansione" di dimensioni adeguate infilati nella parte cava terminale del culmo. I tasselli espandendosi generano un attrito sufficiente per rimanere in posizione.

Per contenere la pressione generata dal tassello e non rompere il culmo è necessario realizzare preventivamente alla posa un contenimento delle

³⁵ Cè, L., Dari, I. [2012/13]. *Saldare l'acciaio vegetale*. Tesi di laurea di laurea triennale in Architettura Ambientale, Relatore prof. Alessandro Rogora.

pressioni mediante cerchiatura del culmo ottenuta con raggiatura, utilizzo di adeguate fasce metalliche o posa di fibra di vetro esternamente al culmo.

A oggi non sono state realizzate prove sperimentali di tenuta del tassello a espansione, ma le prime sperimentazioni eseguite durante la tesi fanno sperare in un buon funzionamento del sistema.

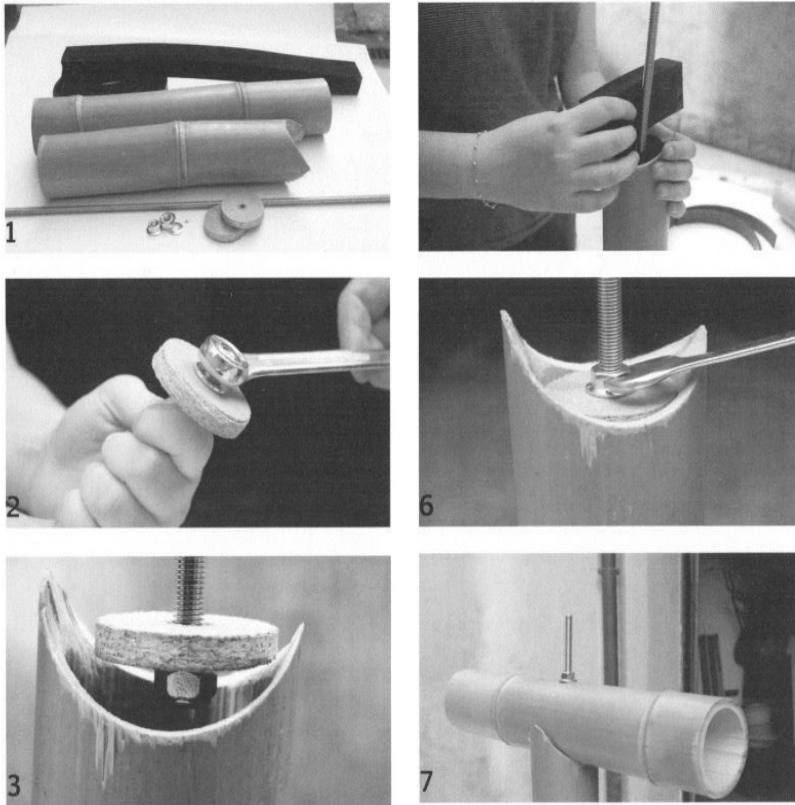


Figura 1
Utilizzo del connettore tra culmi in bambù, [Vedi nota 35].

4. Connessione a secco con elementi sagomati

La connessione di elementi di piccole dimensioni mediante reti o pannelli sagomati è stata utilizzata in due tesi che hanno avuto come obiettivo la realizzazione di elementi di involucro. Una prima tesi ha studiato la realizzazione di un vespaio aerato utilizzando vasetti di yogurt che andranno a contenere il getto di calcestruzzo³⁶. L'elemento di connessione dei vasetti è stato realizzato con una lastra di poliaccoppiato esausto riciclato in cui sono stati praticati dei fori per inserire gli elementi plastici. Ne risulta una superficie tridimensionale dove i vasetti fungono da piedini di appoggio un po' come avviene nei vespai ventilati realizzati con casseri a perdere in plastica riciclata. La seconda tesi ha utilizzato come elemento di collegamento le reti da cantiere in plastica arancione (di polietilene ad alta densità) che sono prodotte con maglie di molteplici dimensioni. È stata scelta una maglia di dimensione adeguata per contenere delle bottiglie di plastica riciclata da 1,5-2 litri. Le bottiglie sono state inserite nella maglia avendo l'accortezza di avere alternativamente il tappo di una bottiglia in una delle due direzioni e poter quindi posizionare un foglio di materiale plastico (polietilene) che viene fissato alla bocca delle bottiglie con i tappi migliorando le prestazioni termiche e la tenuta all'aria della parete. Il pannello viene realizzato all'interno di una struttura portante in legno che permette il collegamento con la rete e assolve alle necessità statiche della costruzione.

Nella tesi WoBo 2.0³⁷ viene ipotizzato l'uso diretto delle bottiglie, mentre in una fase successiva si è ipotizzato di utilizzare le bottiglie comprimendole per migliorarne le prestazioni termiche.

Lo schiacciamento delle bottiglie migliora notevolmente la trasmittanza termica per convezione e scambio all'infrarosso riducendo nel contempo lo spessore complessivo della parete.

³⁶ Bruno, M., Sauria, A. [2003/04]. *Un vespaio di rifiuti*. Tesi di laurea, Relatore prof. Alessandro Rogora.

³⁷ Carminati, D. [2005/06]. *WoBo 2.0*. Tesi di laurea, Relatore prof. Alessandro Rogora.

5. Incollaggio tra elementi omogenei

L'incollaggio tra elementi omogenei è possibile quando vi siano due superfici a contatto mediante un materiale compatibile con entrambe dal punto di vista della composizione. Sono possibili diverse soluzioni di incollaggio di tipo termico o chimico. L'incollaggio di tipo termico è possibile sciogliendo i materiali che solidificandosi creano una struttura continua del medesimo materiale; la saldatura è un particolare tipo di incollaggio tra elementi omogenei.

In alcuni casi è possibile produrre l'incollaggio utilizzando un particolare componente presente nel composto che, a sua volta, produce l'incollaggio tra i diversi materiali. Un'ulteriore possibilità è quella di utilizzare un materiale collante che sia compatibile con entrambi i materiali da utilizzare e che ne garantisca l'adesione. In questo caso si parla di saldatura chimica che sfrutta il potere adesivo di alcuni polimeri che aderiscono a entrambe le superfici dei materiali a cui vengono applicati. Per quanto riguarda l'accoppiamento termico di materiali omogenei, sempre nella tesi sul vespaio, si è provato a realizzare dei manti continui con poliaccoppiati sovrapponendo degli strati di Tetrapak e utilizzato un ferro da stiro per sciogliere lo strato di polietilene che solidificandosi nuovamente permetteva di realizzare un manto continuo con un comportamento meccanico accettabile per utilizzi diversi (per esempio manto di copertura su falde inclinate).

Per quanto riguarda l'incollaggio tra elementi di recupero, è stata affrontata la possibilità di utilizzare elementi in poliaccoppiato esausto recuperati, rimessi in forma e quindi inseriti in un frame strutturale di legno per realizzare una parete con elevate prestazioni termiche ($U = 0,1967 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ per la parete di 23 cm). Per fissare i cartoni tra loro e con il polietilene sono state condotte molte prove con le colle più disparate, ma quelle che si sono verificate efficaci sono state la Fb-7434 e lo Spray-90, entrambe prodotte dalla 3M.

6. Conclusioni

Queste esperienze dimostrano l'importanza che riveste lo studio e la soluzione di connessioni adeguate tra elementi, in particolare quando si tratta di materiali di riciclo. Molte delle soluzioni analizzate si sono fermate allo stadio di modelli teorici che non hanno potuto essere verificati con prove di laboratorio normalizzate, principalmente per l'assenza di un committente interessato a realizzare queste prove e a sostenerne le spese. D'altra parte alcune delle soluzioni individuate sembrano potenzialmente molto feconde, come nel caso del giunto tra i culmi di bambù.

Per quanto possibile sono però state comunque realizzate delle prove empiriche o semplificate che hanno dato risultati interessanti che permettono di immaginare l'uso di questi materiali per una diffusione in processi di autocostruzione assistita, dove il fattore costo rimane un elemento della massima importanza.

Bibliografia e riferimenti

Carli, P.; Poggi, C.; Rogora, A. (a cura di) [2016]. *Imparare costruendo*. Milano: Wolters Kluwer.

Rogora, A.; Lo Bartolo, D. [2013]. *Costruire alternativo: materiali e tecniche alternative per l'architettura sostenibile*. Milano: Wolters Kluwer.

Addis, B. [2012]. *Building with reclaimed components and materials*. Londra: Routledge.

Lopez, H. O. [1981]. *Manual de construcción con bambù*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá: CIBAM.

Il volume è il risultato del Convegno Internazionale "I rifiuti come risorsa del progetto sostenibile" tenutosi a Roma il 28 aprile 2017, su iniziativa di Adolfo F. L. Baratta, del Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi Roma Tre, e di Agostino Catalano, del Dipartimento di Scienze Umanistiche, Sociali e della Formazione dell'Università degli Studi del Molise. La pubblicazione raccoglie i contributi di studiosi afferenti a diverse sedi universitarie con l'obiettivo di diffondere alcune delle esperienze di ricerca e didattica più significative svolte negli ultimi anni.

Adolfo F. L. Baratta

Architetto (1997), Borsista (2001), Dottore di Ricerca (2002), Assegnista (2003 e 2011), Ricercatore a tempo determinato (2005-2011), Ricercatore a tempo indeterminato (2012-2014), dal 2014 è Professore Associato di Tecnologia dell'Architettura presso l'Università degli Studi Roma Tre. È stato professore a contratto all'Università degli Studi di Firenze (2002-2012) e alla Sapienza Università di Roma (2009-2010). La sua attività di ricerca è rivolta all'approfondimento delle conoscenze di base e all'acquisizione di strumenti metodologici relativi alla disciplina delle Tecnologie dell'Architettura, con particolare attenzione alle relazioni tra Tecnologie e Ambiente, Produzione e Costruzione. È autore di centosettanta pubblicazioni, tra articoli e saggi su libri e riviste specializzate, monografie e curatele.

Agostino Catalano

Laurea in Ingegneria Civile Edile, diploma alla Scuola di Specializzazione in Restauro dei Monumenti della Facoltà di Architettura, Dottore di Ricerca in Ingegneria per il Recupero Edilizio e l'Innovazione Tecnologica, Ricercatore all'Università di Napoli "Federico II", dal 2005 è Professore Associato in Architettura Tecnica presso l'Università degli Studi del Molise. Dal 2012 è membro del Centro Interuniversitario "Seminario di Storia della Scienza" presso l'Università degli Studi di Bari "A. Moro" e dal 2013 è presidente del CICOP Italia. Autore di 89 pubblicazioni, è stato componente presso il Politecnico di Madrid del comitato scientifico internazionale per la celebrazione del centenario della nascita di Felix Candela. Ha organizzato seminari e congressi internazionali, tra cui quattro edizioni di "Concrete" e una Giornata di Studi su "Eladio Dieste".



9 788857 907154