

I° Giornata di Studi “Riduci, Ripara, Riusa, Ricicla”

IL RICICLAGGIO COME PRATICA VIRTUOSA PER IL PROGETTO SOSTENIBILE

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

Questo libro è stato realizzato con il contributo del Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi Roma Tre e del Dipartimento di Scienze Umanistiche, Sociali e della Formazione dell'Università degli Studi del Molise.

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

Comitato Scientifico

Adolfo F. L. Baratta

Università degli Studi Roma Tre

Pepa Cassinello

Universidad Politécnica de Madrid

Agostino Catalano

Università degli Studi del Molise

Enrico Dassori

Università degli Studi di Genova

Fabio Enrique Forero Suárez

Universidad El Bosque

Remo Pedreschi

University of Edinburgh

Marco Sala

Università degli Studi di Firenze

Comitato organizzatore

Adolfo F. L. Baratta

Università degli Studi Roma Tre

Laura Calcagnini

Sapienza Università di Roma

Agostino Catalano

Università degli Studi del Molise

Silvia Pinci

Università degli Studi Roma Tre

Camilla Sansone

Università degli Studi del Molise

Partner istituzionali



Sponsor



www.geoconsultlab.it

Media partner



www.ecoera.it



www.recyclind.it

Progetto grafico

Silvia Pinci

INDICE

INTRODUZIONE

11 **PREMESSA. I RIFIUTI NON ESISTONO**
Adolfo F. L. Baratta, Agostino Catalano

14 *PREMISE. WASTES DON'T EXIST*
Adolfo F. L. Baratta, Agostino Catalano

RICERCA

18 **DALLA DEMOLIZIONE SELETTIVA AL REIMPIEGO DEI RICICLATI:
OTTIMIZZARE LA GESTIONE DEI FLUSSI DI RIFIUTI C&D**
*FROM SELECTIVE DEMOLITION TO REUSE OF RECYCLED
MATERIALS: IMPROVING THE C&D WASTE MANAGEMENT*
Ernesto Antonini

30 **PROGETTARE SENZA RIFIUTI. PRIMUM NON NOCERE**
PLANNING WITHOUT WASTE. PRIMUM NON NOCERE
Adolfo F. L. Baratta

44 **RIUSO DI MATERIALI LOCALI NELLE CHIUSURE VERTICALI
OPACHE. PRESTAZIONE ENERGETICO-AMBIENTALE DI UN
CASO STUDIO**
*REUSE OF LOCAL MATERIALS IN BUILDING ENCLOSURE
TECHNOLOGY. ENERGY AND ENVIRONMENTAL PERFORMANCE
OF A CASE STUDY*
Laura Calcagnini

60 **RIUSARE SENZA RIFIUTARE: IL RIUSO COME STRUMENTO DI
CONSERVAZIONE DI ENERGIA E MATERIA**
*REUSING NOT REFUSING: REUSE AS AN ENERGY-MATTER
SAVING TOOL*
Ignazio Caruso

- 74** POSSIBILITÀ DI UTILIZZO DI CALCESTRUZZI CON INERTI DA RICICLAGGIO PER SISTEMI COSTRUTTIVI DUREVOLI E ARCHITETTURE SOSTENIBILI
THE POSSIBLE USE OF CONCRETE WITH RECYCLED AGGREGATES FOR LASTING CONSTRUCTION SYSTEMS AND SUSTAINABLE ARCHITECTURE
Agostino Catalano
- 86** AGGREGATI PLASTICI RICICLATI PER CALCESTRUZZI: DALLA SPERIMENTAZIONE ALLA PRODUZIONE
RECYCLED PLASTIC AGGREGATES FOR CONCRETE: FROM TESTING TO PRODUCTION
Ornella Fiandaca, Raffaella Lione
- 102** METODOLOGIA PER LO SVILUPPO DI PRODOTTI DERIVATI DA RICICLAGGIO DI DETRITI DESTINATI ALLO SPAZIO PUBBLICO SULL'ASSE DI CALLE 45, BOGOTÁ D.C.
METHODOLOGY FOR THE DEVELOPMENT OF PRODUCTS WITH RUBBLE RECYCLE FOR THE PUBLIC SPACE OF THE 45 STREET, BOGOTÁ D.C.
Fabio E. Forero Suárez, Leonardo Gutiérrez, Javier Rojas
- 116** MATERIALI RI-PENSATI: PROSPETTIVE DI RICERCA SULL'USO DEI BIOCOMPOSITI NEL SETTORE COSTRUTTIVO
RE-THINKED MATERIALS: RESEARCH PERSPECTIVES ON THE USE OF BIO-COMPOSITES IN CONSTRUCTION SECTOR
Francesca Giglio, Giulia Savoja
- 130** I MATERIALI DI RIFIUTO POSSONO ANCORA SERVIRE? NEL RESTAURO, CERTAMENTE
CAN THE WASTE MATERIALS STILL BE USEFUL? IN THE RESTORATION, CERTAINLY
Luigi Marino
- 144** L'UPCYCLING IN ARCHITETTURA. UN CASO DI STUDIO DANESE
UPCYCLING IN ARCHITECTURE. A DANISH EXAMPLE
Angela Masciullo

- 158** IL ROTTAME DI VETRO: DA RIFIUTO A RISORSA
WASTE GLASS FROM SCRAP TO BUILDING MATERIAL
Luigi Mollo, Rosa Agliata
- 172** PRINCIPALI ADEMPIMENTI NORMATIVI PER LA CORRETTA GESTIONE DEI RIFIUTI INERTI DA C&D E VANTAGGI DAL RECUPERO
MAJOR REGULATORY REQUIREMENTS FOR A PROPER C&D INERT WASTE MANAGEMENT AND BENEFITS FROM RECOVERY
Francesco Montefinese
- 182** ASPETTI TECNICI RELATIVI ALL'USO DI AGGREGATI RICICLATI NEL CALCESTRUZZO STRUTTURALE
TECHNICAL ASPECTS CONCERNING THE USE OF RECYCLED AGGREGATES IN STRUCTURAL CONCRETE
Giacomo Moriconi
- 196** ZERO WASTE. COME STA CAMBIANDO LA PROGETTAZIONE? QUALI PRODOTTI VERRANNO USATI NELL'EDILIZIA? ESISTE UN'ESTETICA DEL RICICLO?
ZERO WASTE. HOW DESIGN IS CHANGING? WHICH PRODUCTS WOULD BE USED IN CONSTRUCTION INDUSTRY? IS THERE ANY RECYCLING AESTHETIC?
Alberto Raimondi, Simona Tannino
- 212** RICICLAB: DIDATTICA DEL RIUSO
RICICLAB: TEACHING OF RE-USE
Rossana Raiteri, Fausto Novi, Andrea Giachetta
- 226** COSTRUIRE EDIFICI STRAORDINARI CON MATERIALI DI RECUPERO: ESPERIENZE TRA RICERCA, DIDATTICA E PROFESSIONE
DESIGN AND BUILD EXTRAORDINARY BUILDINGS USING UNCONVENTIONAL MATERIALS: EXPERIENCES AND EXAMPLES BETWEEN RESEARCH, TEACHING AND PROFESSION
Alessandro Rogora

242 PROCESSI TECNOLOGICI PER IL REINSERIMENTO DEI MATERIALI DA DEMOLIZIONE NEL CICLO DI PRODUZIONE EDILIZIA

TECHNOLOGICAL PROCEDURES FOR THE REINTEGRATION OF DEMOLITION MATERIALS IN THE BUILDING PRODUCTION CYCLE

Camilla Sansone

AUTORI

257 PROFILI DEGLI AUTORI

FRANCESCA GIGLIO, GIULIA SAVOJA
Università Mediterranea di Reggio Calabria
francesca.giglio@unirc.it | giulia.savoja@unirc.it

**MATERIALI RI-PENSATI:
PROSPETTIVE DI RICERCA
SULL'USO DEI BIOCOMPOSITI NEL
SETTORE COSTRUTTIVO**

***RE-THINKED MATERIALS:
RESEARCH PERSPECTIVES ON
THE USE OF BIO-COMPOSITES IN
CONSTRUCTION SECTOR***

Parole chiave

Innovazione materica, Biocompositi, NFC Natural Fibre Composites,
Reversibilità, Economie locali



Keywords

*Materic innovation, Bio-composites, NFC- Natural Fibre Composites,
Reversibility, Local economies*

SOMMARIO

Il documento descrive l'avanzamento della ricerca, sugli aspetti dell'innovazione materica, determinata dalle sperimentazioni tra tecnologia del riciclo, design molecolare, chimica verde, con particolare attenzione, all'evoluzione dei materiali compositi, trasferiti dai comparti industriale, automobilistico, aerospaziale al settore costruttivo. Una innovazione, però, che mostra i suoi svantaggi, soprattutto in termini di gestione dello scenario di fine vita di tali materiali che, per definizione, avendo una complessa composizione chimica, richiedono un forte dispendio energetico per poter essere reimmessi in processi produttivi circolari. Negli ultimi anni stiamo assistendo, da un punto di vista scientifico ma anche economico, ad un aumento di interesse nei confronti di materiali che, partendo dalla "ricetta" base dei compositi con fibre e matrici sintetiche, puntano ad un innalzamento dei livelli di sostenibilità del prodotto finito, sia in termini di processo produttivo, sia in termini di uso di materiali naturali per le fibre e/o per le matrici. In tal senso, la ricerca sta orientando i propri interessi verso lo studio e la sperimentazione dei biocompositi, in diversi settori industriali e, attualmente, anche in ambito architettonico. Sulla base di tali considerazioni, si presenta una ricerca, tuttora in corso, sull'uso dei biocompositi nel settore costruttivo, che si sta sviluppando all'interno del dottorato di ricerca in Ingegneria strutturale dell'Università Mediterranea di Reggio Calabria e che si colloca nell'ambito dei nuovi scenari di ricerca dei compositi fibrorinforzati con fibre naturali, come possibile risposta per l'innalzamento dei livelli di riciclabilità di tali materiali. Obiettivi, in linea con il Piano nazionale di prevenzione rifiuti, al fine di dare un contributo alla riduzione delle quantità di materiali che, al termine del loro ciclo di vita, devono essere considerati scarti.

ABSTRACT

The paper describes research advancement on innovation material aspects, determined by experiments of recycling technology, molecular design, green chemistry, with particular attention to the composite materials evolution, transferred from the industrial, automotive, aerospace to construction sector. An innovation, however, showing its drawbacks, especially in terms of managing end-of-life scenario of such materials, which, by definition, having a complex chemical composition, require a strong energy expenditure to be reintroduced in circular production processes. In recent years we have witnessed, from a scientific point of view but also economically, to an increase of interest in materials that, starting from the basic “recipe” composites with fibers and synthetic matrices, point to an increase in the level of sustainability of final product, both in terms of production process, both in terms of use of natural materials for the fibers and/or matrices. In this sense, research is focusing its interests towards the study and testing of bio-composites, in different industries and currently, even in architectural sector. Based on these considerations, it presents a research, still in progress, on the use of bio-composites in construction sector, which is developing within the PhD in Structural Engineering Mediterranean University of Reggio Calabria, and is part of new research scenarios of FRP composites with natural fibers, as a possible response to the increased levels of recycling of these materials. Objectives, in line with the national plan for preventing waste, in order to contribute to reducing the amount of materials that, at the end of their life cycle, should be regarded as waste.

Nel corso degli ultimi decenni si è assistito ad una rilevante evoluzione nello sviluppo di nuove tipologie materiche e tecnologie di processo, che hanno interessato diversi comparti industriali avanzati. L'innovazione materica è stata, e continua ad essere, un campo di sperimentazione e applicazione, in cui convergono, non solo i comparti industriali, ma anche numerose discipline che, con molteplici ma comuni obiettivi di riduzione del consumo di risorse, riduzione della produzione di rifiuti e risparmio energetico puntano a realizzare materiali con un peso ambientale ridotto, con prestazioni migliori e con scenari di fine vita che prevedano livelli sempre maggiori di "reversibilità" dei processi di trasformazione della materia.

Rispetto a tale scenario, le innovazioni prodotte nel campo dei materiali, trasferite dal settore industriale, stanno modificando radicalmente il settore delle costruzioni.

Tra le diverse tipologie, i materiali compositi rappresentano un esempio emblematico di trasferimento tecnologico e di evoluzione del raggiungimento di elevate prestazioni in termini di leggerezza e resistenza, come dimostra la rapida crescita del mercato degli stessi, nel settore costruttivo. Le matrici maggiormente utilizzate sono le resine epossidiche; le fibre ed i tessuti sono per lo più di vetro per componenti strutturali e di carbonio, per elementi di rinforzo. Di fatto, parallelamente ad una crescita dei campi applicativi dei compositi e del loro mercato produttivo, la questione della gestione dei loro scarti (sia pre-consumo che post-consumo), si configura sempre più problematica, a causa della loro complessa composizione chimica che ne rende difficoltosa la possibilità di recupero.

Ad oggi le modalità di recupero dei compositi, come evidenzia la EuCIA, *European Composites Industry Association*, sono essenzialmente di due tipi:

- attraverso trattamenti meccanici, usando la frazione inorganica come matrice per la produzione di clinker di cemento o altri materiali;
- attraverso trattamenti chimici, allo scopo di estrarre le sostanze polimeriche presenti.

Questo secondo caso è ancora di difficile applicazione sia per i forti problemi di impatto ambientale dei processi di recupero, sia per il costo dell'intervento [EuCIA, 2011].

I problemi legati, quindi, sia allo smaltimento alla fine del loro ciclo di vita, sia ai costi e le emissioni in termini di CO₂, dovuti alla produzione

delle fibre sintetiche, che determinano una elevata quantità di *embodied energy*, stanno facendo orientare la ricerca, verso la sperimentazione dei biocomposti, ovvero, tipologie di composti fibrorinforzati, in cui le fibre sono naturali e la matrice può essere formata da materie plastiche biodegradabili e polimeri naturali. L'interesse verso l'uso delle fibre naturali (di origine vegetale e animale) è legato alla loro biodegradabilità, alla bassa quantità di energia richiesta nella fase di lavorazione, alla bassa emissività di CO₂. Molti biocomposti utilizzano materiali riciclati o fibre derivate da piante a rapida crescita. Oltre alla biodegradabilità dei materiali, le fibre naturali hanno capacità idroregolatrice dell'umidità, il che conferisce loro una buona capacità di coibenza termica e termoacustica (*Tabella 1*).

Naturali	Animali	Seta, lana, capelli, etc.		
	Minerali	Asbesto (amianto), basalto, etc.		
	Cellulosa	Fibre di gambo	Grano, riso, mais, etc.	
		Fibre dalla canna	Bambù, miscanto, mais, etc.	
		Fibre dal libro	Lino, canapa, juta, kenaf, etc.	
		Fibre dalle foglie	Curuà, sisal, banana, agave, etc.	
		Fibre dal frutto	Cocco, etc.	
		Fibre lignee	Legname duro e morbido	
Fibre del seme	Cotone, capoc, etc.			
Sintetiche	Organiche	Aramidiche, polietilene, poliestere aromatico		
	Inorganiche	Vetro, carbonio, boro, carburo di silice		

Tabella 1.

Classificazione delle fibre naturali e sintetiche. Dati tratti da Saba et al. [2014] e rielaborati da G. Savoia.

Tali applicazioni, nate inizialmente all'interno dei programmi di sostegno tecnologico alle popolazioni dei Paesi in via di sviluppo, dove l'uso di fibre vegetali era unito allo sviluppo di tecnologie povere di sopravvivenza, oggi sono impiegate in diversi settori dell'ingegneria: automobilistico, aerospaziale e civile, in particolare per la realizzazione di pannelli, pareti, coperture, piani di calpestio. L'applicazione di fibre naturali, con resistenza tensile specifica non molto inferiore a quella delle fibre di vetro, è già storicizzata in settori come quello automobilistico, dove i primi esempi di parti in materiale parzialmente bio-composito risalgono all'utilizzo di resine derivanti dalla soia nel noto *modello T* della Ford, prodotto tra il 1908 ed il

1927 ed alla realizzazione di autovetture con carrozzeria a base di fibre di canapa, operata sempre da Henry Ford nel 1941 [Cicala et al., 2010].

La combinazione di fibre naturali, con matrici di polimeri di origine sia rinnovabile che non, viene utilizzata per produrre materiali sempre più competitivi rispetto ai compositi sintetici, anche se la loro produzione talvolta richiede attenzioni in più, come una particolare interfaccia tra biofibra e matrice e fasi più articolate di lavorazione. Riducono inoltre il fabbisogno di prodotti derivati dall'industria petrolchimica, in quanto generalmente usano leganti naturali e privilegiano l'utilizzo di prodotti di origine locale, riducendo quindi anche il costo dei trasporti.

Le ricerche in atto riguardano in primo luogo il settore automobilistico (Tabella 2), come il gruppo Fiat-Chrysler, che sta orientando la ricerca non solo alla sostituzione delle fibre sintetiche con quelle naturali, ma anche al raggiungimento di processi di riciclo delle matrici termoindurenti, come il polipropilene. [1]

Nome commerciale	Fibra	Resina	Parte del veicolo	Casa produttrice Modello
Fibrif HFFS	Legno	Resina acrilica	Interni, portelli, sistema di aerazione	Opel Astra, Zafira, Volvo V40
Fibrowood	Aghi per mat	Resina acrilica	Interni, portelli, sedili	Mercedes Classe A, Mitsubishi Colt, Smart 44, Opel Astra, C219
Fibropur	Lino, canapa, sisal per mat	Poliuretano	Portelli	Mercedes Classe E, Classe S
Natura Fibre EP	Fibre varie da libro	Epossidica	Portelli	BMW Serie 5
EcoCor	Fibre da libro, polipropilene	Polipropilene	Portelli, sedili, inserti	Renault Clio
Polixil	Piastra estrusa da farina di legno	Polipropilene	Portelli	Opel Zefira, Fiat Punto, Bravo, Alfa 146, 155, Mercedes W251
FibreTec	Cocco	Latice	Tappezzeria sedili	Diversi

Tabella 2.

Compositi a fibra naturale nel settore auto motive. Dati tratti da Cicala, Recca et al. [2011] e rielaborati da G. Savoia.

Se da un lato, per il settore automobilistico è prioritario, infatti, puntare sulla ricerca di materiali a base di origine naturale, per rendere un componente realmente sostenibile dal punto di vista ambientale ed economico, è importante anche riuscire a comprendere i livelli attuali di riciclabilità dei pezzi per arrivare alla chiusura del ciclo di vita degli stessi con una percentuale il più possibile bassa di conferimento in discarica. Un processo sicuramente incentivato dalla Direttiva Europea 2000/53/EC, che ha promosso l'uso di prodotti compatibili con l'ambiente, riducendone il conferimento in discarica, stabilendo che la frazione conferita per veicolo fosse pari al 15% nel 2005 per ridursi, gradualmente, al 5% nel 2015.

Le ricerche sull'aumento dei livelli di sostenibilità dei compositi, nel senso più ampio del termine, vengono portate avanti anche da piccole aziende, start-up e gruppi accademici.

Una ricerca dell'Università di Palermo, ad esempio, condotta dal Dipartimento di Ingegneria e presentata alla Regione Sicilia [2], unisce questi obiettivi a quelli di uno sviluppo economico locale, agricolo ed industriale, studiando l'utilizzo di fibre derivanti da canapa ed agave, ma anche dalla lavorazione di fibre animali, come quelle ovine e caprine, dove il fine ultimo è giungere ad elevati livelli di riciclabilità delle matrici e ad un utilizzo di materiali rinnovabili per le fibre.

L'interesse verso il trasferimento tecnologico nell'uso dei biocompositi nel settore costruttivo è dimostrato da diverse ricerche europee, tra cui si evidenzia il progetto BioBuild "Biocomposites for high-performance, low environmental impact, economical building products". Il progetto ha l'obiettivo di individuare nuove applicazioni dei biocompositi in edilizia, in particolare nella realizzazione di sistemi di facciata, controsoffitti e partizioni interne, al fine di dimezzare l'energia incorporata nei materiali rispetto alle soluzioni esistenti, senza alcun aumento dei costi (*Figura 1*). Durante il progetto sono stati ottenuti progressi notevoli nei trattamenti delle fibre. I tipi di fibre selezionati per il trattamento sono lino, iuta e canapa. Durante la prima fase del progetto, sono stati dimostrati sia durabilità che comportamento al fuoco per diversi trattamenti delle fibre, per sviluppare biocompositi e prodotti da costruzione con una durata utile di 40 anni. BioBuild, rappresentato al JEC Innovation Award da Arup Deutschland [3] e GXN Innovation (partner del progetto), è stato premiato per il primo pannello in biocomposito destinato alla realizzazione di facciate strutturali

per edifici, a base di biopoliestere e lino (Biotex) - uno rivolto verso l'esterno (spesso 10 mm), l'altro verso l'interno (6 mm). Il pannello di facciata è alto 4 m, largo 2,3 m ed ha uno spessore variabile intorno ai 30 cm [4].

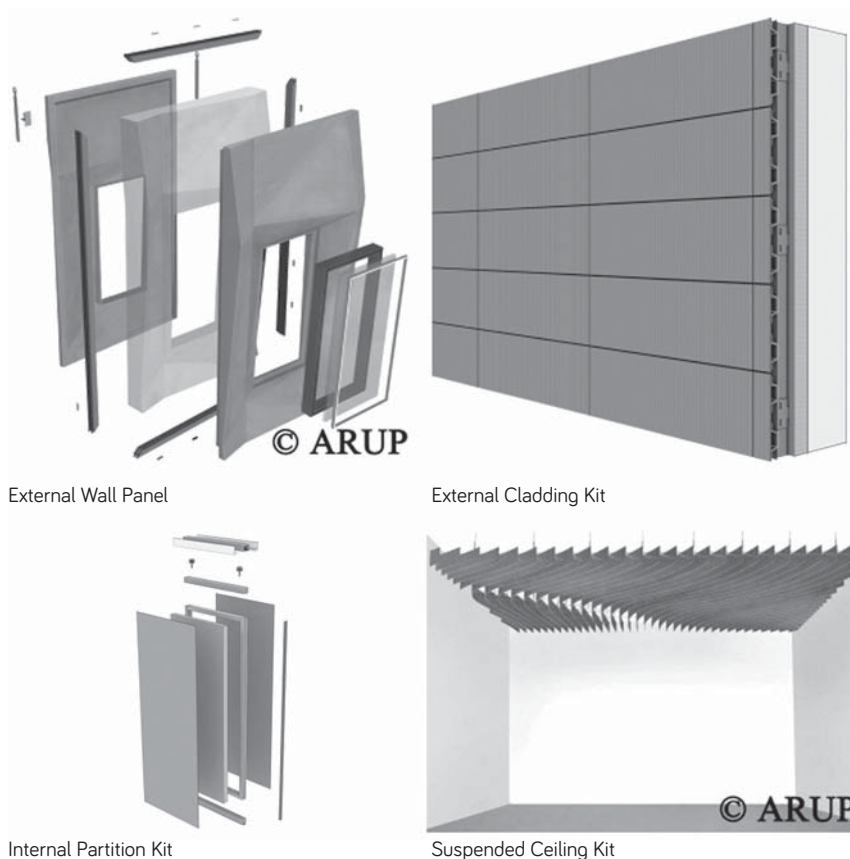


Figura 1.

Casi studio del progetto Biobuild. Copyright delle immagini ARUP [Fonte: www.biobuildproject.eu].

In tale contesto, si colloca la ricerca “Sperimentazione di componenti in materiale composito rinforzato con fibre naturali per il settore costruttivo” [5], che attualmente si sta conducendo, in collaborazione con il Dipartimento di Chimica e Tecnologie Chimiche - DiCTeC dell’Università della Calabria [6] e che tende a far convergere settori e competenze quali l’Ingegneria

Strutturale, la Tecnologia dell'Architettura, la Chimica e la Scienza dei Materiali. Gli obiettivi della ricerca sono lo studio e la sperimentazione di componenti ad uso strutturale e non, realizzati con fibre naturali locali e matrici termoindurenti di natura epossidica, anche se non si esclude a priori la possibilità di sperimentare matrici anch'esse naturali. La contestualizzazione locale della produzione e della lavorazione delle fibre è stata presa come punto fermo della ricerca.

Dati di base sui comportamenti dei componenti in composito, desunti dalla letteratura e dalla normativa di riferimento, hanno portato alla scelta del tipo di resina ed alle diverse modalità di disposizione delle fibre in base alla destinazione d'uso finale dei componenti.

Per i componenti non strutturali, infatti, al fine di realizzare principalmente pannelli di rivestimento, si prevede l'uso di fibre corte derivanti da colture locali, unite a resina epossidica, da realizzare attraverso un sistema di produzione a stampo aperto o chiuso.

Per i componenti strutturali, invece, considerando le diverse caratteristiche meccaniche richieste, ed avendo analizzato i legami costitutivi e le problematiche generalmente presenti nei profili in materiale composito, tra cui quelle torsionali, si è scelto di procedere con la realizzazione di scatolari o tubolari a fibra lunga, da ottenere tramite processi di pultrusione o avvolgimento filamentare. La difficoltà nel reperire sul territorio aziende già fornite di catene di produzione per queste tipologie di processi, ha spinto verso una riflessione sulla possibilità di utilizzare tessuti per ottenere la stessa tipologia di profili, all'interno di sistemi a stampo aperto quali la formatura a mano o per contatto e spruzzo, o a stampo chiuso, come lo stampo per iniezione. Le fibre da utilizzare saranno sempre di origine naturale locale, come per i componenti non strutturali.

Attualmente, si stanno analizzando i comportamenti meccanici in base alla disposizione ed alla tipologia delle fibre, e la possibilità di utilizzarle in tessuti, prendendo come riferimenti prodotti come *Biotex* ed *Envirotextile* [7], oltre che i preimpregnati, per favorire sistemi di produzione più semplici e meno onerosi, e migliorarne le caratteristiche meccaniche

La ricerca si propone dunque, una volta terminata la realizzazione di provini di diverse dimensioni ottenuti con i differenti processi di produzione, di verificare i comportamenti meccanici e fisici dei componenti, oltre a quelli chimici, in riferimento alle reazioni elettrochimiche tra fibra e matrice. In

base agli output attesi, seguirà una fase di progettazione dei nodi, con sistema di assemblaggio di tipo meccanico, con eventuale inserimento di parti metalliche.

Obiettivo finale è quello di ottenere dei dati trasferibili in sistemi di modellazione e calcolo strutturale, in modo da poter verificare la resistenza di un sistema a telaio in campo statico e, possibilmente, anche dinamico.

Le finalità che si cercano di perseguire con il progetto di ricerca sono legate ad un innalzamento dei livelli di sostenibilità dei componenti in composito per il settore costruttivo. Il concetto di sostenibilità è volontariamente declinato in differenti accezioni. Da una lato quella relativa alle questioni ambientali, dove con l'uso di materie prime rinnovabili e locali per le fibre e l'applicazione di processi di recupero per le matrici, si innalza la qualità del materiale finale, inoltre l'utilizzo di sistemi con nodi meccanici a secco favorirebbe manutenibilità e riuso dei componenti grazie ad una più semplice dismissione. È indagato anche un miglioramento della sostenibilità economica, perseguito tramite l'implementazione dell'agricoltura locale, attraverso l'impiego di fibre a chilometro zero. Infine, dal punto di vista sociale, pensare ad una riconversione dei terreni marginali per la produzione delle fibre naturali utilizzate, aiuterebbe la riqualificazione di luoghi spesso abbandonati e privi di finalità produttive.

Una logica che tende, in linea con le politiche comunitarie e nazionali sui rifiuti (*Figura 2*), a dare priorità alla prevenzione nella produzione di rifiuti, seguita poi dal riutilizzo, riciclo e altre forme di recupero. Un concetto ben espresso dal Programma Nazionale di Prevenzione Rifiuti [8] che descrive come la prevenzione dei rifiuti per l'industria debba essere legata a cambiamenti nelle materie prime, a cambiamenti tecnologici e a buone pratiche operative:

- i cambiamenti nelle materie prime corrispondono alla riduzione o all'eliminazione dal processo produttivo delle materie prime nocive;
- i cambiamenti tecnologici sono orientati al processo produttivo e alla modifica degli impianti/tecnologie in modo da ridurre rifiuti ed emissioni in via preliminare;
- le buone pratiche operative implicano l'adozione di misure procedurali, amministrative o istituzionali per la prevenzione dei rifiuti (manutenzione e gestione dei magazzini e delle scorte).

Il settore dell'edilizia rappresenta, quindi, un comparto di significativo

interesse in tal senso, sia per i consistenti quantitativi di rifiuti prodotti ogni anno dall'attività di costruzione e demolizione edile, sia come mercato di sbocco per i materiali e i prodotti derivanti da processi di recupero e riciclo. In particolare, progettazione, sperimentazione e uso di materiali compositi rinforzati con fibre naturali sono funzionali ad una grossa innovazione culturale; che comporta l'acquisizione di nuove competenze nel campo dei materiali, delle tecnologie di produzione, nella progettazione e messa a punto dei prodotti.

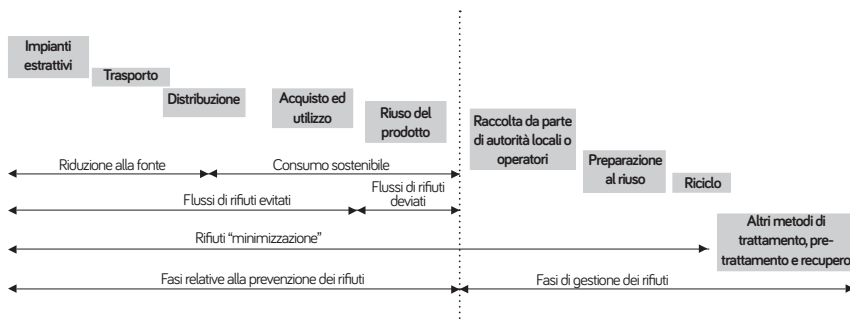


Figura 2.

Schema sulla prevenzione dei rifiuti nel contesto del sistema produzione-consumo [Fonte: European Environment Agency, 2014].

Note

- [1] Quanto riportato è ripreso dall'intervento di Merlo, A. M. "Applicazione di bio-materiali, materiali riciclati e materiali alleggeriti agli interni vettura", Centro Ricerche Fiat per il seminario Materiali eco-sostenibili, 06/02/2013.
- [2] Ci si riferisce alla proposta di ricerca "Produzione di materiali compositi innovativi per la ingegneria civile ed industriale da fibre e matrici naturali provenienti anche dal recupero di residui e scarti delle attività agricole", dell'Università di Palermo, in occasione della Consultazione pubblica sul PO Fesr Sicilia 2014-2020. OpenFesr.
- [3] JEC Innovation Award è il premio organizzato nell'ambito del salone dei compositi di Parigi, che si è svolto dal 10 al 12 marzo 2014.
- [4] Descrizione e dati del progetto sono stati desunti da www.biobuildproject.eu, www.polimerica.it, Cordis result - 91789 - it.
- [5] La ricerca è svolta da G. Savoia, all'interno del dottorato di ricerca in Ingegneria strutturale presso il DICEAM Dipartimento di Ingegneria Civile, Energia, Ambiente e Materiali dell'Università Mediterranea di Reggio Calabria (XXIX ciclo). Coordinatore del dottorato: prof. F. Arena; Tutor: prof. A. Santini, prof.ssa F. Giglio.
- [6] In particolare, è stata avviata una collaborazione di ricerca con il prof. G. Chidichimo, professore ordinario in Chimica fisica al DiCTeC - UNICAL; coordinatore di

diversi progetti di ricerca per lo sviluppo della filiera di fibre vegetali locali e per la valorizzazione delle materie prime estraibili dalle stesse. Alcuni dati delle ricerche, saranno utilizzati per lo studio del biocomposito ad uso strutturale e non, previsto nella tesi di dottorato.

- [7] Biotex ed Envirotexile, sono tessuti innovativi, in cui la tessitura di fili continui ben orientati supera le limitazioni dei materiali.
- [8] Con D.D. del 07/10/2013, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha adottato il Programma Nazionale di Prevenzione dei Rifiuti, nel rispetto della Direttiva Europea quadro sui rifiuti (2008/98/CE), che introduce l'obbligo, per gli Stati Membri, di elaborare tali Programmi, incentrati sui principali impatti ambientali e basati sulla considerazione dell'intero ciclo di vita dei prodotti e dei materiali.

Riferimenti bibliografici

- Bianchi, D. (a cura di) [2012]. Il riciclo ecoefficiente 2012. L'industria italiana del riciclo tra globalizzazione e sfide della crisi, Edizioni Ambiente, Milano.
- Cicala, G.; Cristaldi G.; Recca, G.; Latteri, A. [2010]. Composites Based on Natural Fibre Fabrics, Woven Fabric Engineering, InTech open science, Polona Dobnik Dubrovski.
- Cicala, G.; Cristaldi, G.; Latteri, A.; Recca, G. [2011]. Compositi rinforzati con fibre di canapa: tessuti a base di fili ritorti, 1° Convegno Nazionale Assocompositi, Atti del convegno, Tecnedit edizioni, Milano.
- Cicala, G.; Recca, G.; Latteri, A.; Cristaldi, G. [2011]. Fibre naturali per il settore automobilistico. Panoramica sull'impiego industriale delle fibre eco-compatibili. www.portalecompositi.it [Consultazione 09/02/2015].
- CNR-DT 205/2007 [2008]. Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo di strutture realizzate con profili pultrusi di materiale composito fibrorinforzato (FRP), CNR, Roma.
- Commissione Europea [2000]. L'UE e la gestione dei rifiuti. Ufficio delle pubblicazioni ufficiali delle Comunità europee, Lussemburgo.
- EuCIA European Composites Industry Association [2011]. Composite recycling made it easy, www.eucia.eu [Consultazione 09/02/2015].
- European Environment Agency [2014]. Waste prevention in Europe. The status in 2013, EEA Report, n. 9, Publications Office of the European Union.
- Fragapane, S. e Zuccarello, B. [2014]. Materiali Compositi Ibridi Resistenti al Fuoco. Edizione Accademiche Italiane, Saarbrücken.
- Giglio, F. (a cura di) [2012]. Tecniche, Materia, Progetto. Declinazioni di innovazione. Gangemi editore, Roma.
- Nardi, G. [2002]. "L'innovazione. Sue caratteristiche in architettura" in Zanelli, A. (a cura di). Ricerche di tecnologia dell'architettura. Libreria Clup, Milano.
- Russo, S. [2011]. Strutture in Composito, Sperimentazione, Teoria e Applicazioni. Hoepli, Milano.

- Saba, N.; Tahir, P. M.; Jawaid, M. [2014]. A Review on Potentiality of Nano Filler/ Natural Fiber Filled Polymer Hybrid Composites, Polymers open access.
- Uddin, N. [2013]. Developments in fiber-reinforced polymer (FRP) composites for civil engineering, Woodhead Publishing, Sawston Cambridge (UK).
- Van Dam Wageningen J. E.G. (2008) "Environmental benefits of natural fibre production and use", Proceedings of the Symposium on Natural Fibres, Rome 20 October 2008.
- www.biobuildproject.eu [Consultazione 09/02/2015].