

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](http://www.geoconsultlab.it)

---

### **Media partner**



[www.ecoera.it](http://www.ecoera.it)



[www.recyclind.it](http://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



**ADOLFO F. L. BARATTA**  
*Università degli Studi Roma Tre*  
adolfo.baratta@uniroma3.it

**PROGETTARE SENZA RIFIUTI.  
PRIMUM NON NOCERE**

---

***PLANNING WITHOUT WASTE.  
PRIMUM NON NOCERE***



### **Parole chiave**

Design for Environment, Reversibilità, Manutenzione, Rifiuti, Riciclaggio



### ***Keywords***

*Design for Environment, Reversibility, Maintenance, Waste, Recycling*



---

## SOMMARIO

Il presente contributo è frutto di una lunga attività di ricerca personale svolta a partire dalla tesi di dottorato di ricerca in Tecnologia dell'Architettura sulle "Tecnologie di riciclaggio nel settore delle costruzioni. Criteri di qualificazione degli aggregati inerti di riciclo". Il contributo circoscrive il campo di indagine alla sola fase di progettazione per valutare i vantaggi di un *Design for Environment*, con l'obiettivo "per prima cosa di non nuocere". La promozione di soluzioni consapevoli, finalizzate all'eliminazione o contrazione dei rifiuti nonché alla corretta gestione degli stessi rifiuti oltre che delle risorse, deve necessariamente impiegare risorse facilmente reperibili, a basso impatto ambientale ed economiche, adottare materiali e prodotti riciclati, utilizzare soluzioni a bassa complessità anche per effetto di un limitato numero di materiali. Altro aspetto fondamentale è la comunicazione, perché la trasmissione efficace di informazioni e dati tra gli operatori riduce le possibilità di errori e, conseguentemente, la formazione di rifiuti. In generale, i predetti principi possono essere applicati al fine di realizzare edifici che durano il più a lungo possibile, intervenendo con tecnologie di manutenzione, oppure per realizzare edifici che garantiscono una durata circoscritta al solo periodo in cui gli stessi si dimostrano funzionalmente e tecnologicamente appropriati, purché ne sia previsto lo smontaggio e il recupero. In entrambi i casi, facilmente manutenibili o facilmente smontabili, si possono ottenere dei vantaggi ambientali. L'integrazione della dimensione ambientale nella progettazione, in particolare quella relativa alla gestione dei rifiuti, è il risultato di un processo continuo e graduale alimentato da materiali e processi innovativi nonché da una migliore conoscenza delle pratiche di manutenzione dell'esistente. Questo processo, che è per definizione infinito e che necessita di eco-strumenti pragmatici, descrive scenari che consentono di immaginare molteplici possibili sviluppi.

## ABSTRACT

*The present contribution is the result of lengthy personal research in the Technology of Architecture on “recycling technologies in the construction sector. Qualification criteria of inert recycled aggregates”. This contribution circumscribes the research area only in the planning phase, in order to evaluate the advantages of a Design for Environment, aiming to “first do no harm”. Promoting informed solutions, aimed to eliminate or reduce waste, as well as the correct management of said waste, in addition to resources, must necessarily use readily available resources which are of low environmental and economical impact and recycled materials and products, utilizing solutions of a low degree of complexity as a result of a limited number of materials. Another fundamental aspect is that of communication, because the effective transmission of information and data amongst operators reduces the possibility of errors and, consequentially, the formation of waste. In general, the aforementioned principles can be applied in order to create buildings which guarantee a duration limited to the period in which said buildings prove to be functionally and technologically suitable, as long as their dismantlement and reclamation is planned. In both cases, whether they are easily maintained or easily disassembled, environmental advantages can be obtained. The integration of the environmental sphere in planning, in particular that regarding waste management, is the result of a continuous and gradual process, fueled by innovative materials and processes, as well as a better awareness of the maintenance practices of the existing one. This process, which is by definition infinite and which needs pragmatic eco-instruments, describes scenarios which allow one to imagine various possible developments.*

## **Premessa**

Un edificio è un insieme di materiali sapientemente organizzato secondo precise logiche, ma è anche il risultato di un processo che produce delle modifiche ambientali in termini di utilizzo di risorse in molti casi non rinnovabili. Tali mutamenti hanno origine, tra l'altro, dai processi di trasformazione delle materie prime e dalla produzione di rifiuti nelle diverse fasi del ciclo produttivo.

Le iniziative intraprese ad ogni livello del processo progettuale e costruttivo possono originare, direttamente o indirettamente, dei rifiuti perché “tutti i materiali immessi sul mercato sono destinati, presto o tardi, a trasformarsi in rifiuti e tutti i processi produttivi generano rifiuti” [Commissione Europea, 2003]. La complessità del trattamento dei rifiuti è elevata, anche per effetto della loro quantità ed eterogeneità oltre che del numero di operatori che interviene nel processo.

Per meglio comprendere la dimensione del problema dei rifiuti, oltre venti anni orsono Nicola Sinopoli usava un'immagine fortemente suggestiva spiegando che se si caricassero i rifiuti provenienti dal settore delle costruzioni su “camion, la colonna andrebbe dal Polo sud al Polo nord, paraurti contro paraurti, e farebbe il giro dell'Equatore se solo tenessimo un minimo di distanza di sicurezza” [Sinopoli, 1994]. A distanza di due decenni la situazione non è certo migliorata.

Oltre alle considerazioni sulle quantità, sono necessarie delle riflessioni sulla qualità dei rifiuti, valutazioni che impongono la consapevolezza che i rifiuti del settore delle costruzioni e demolizioni sono estremamente eterogenei, anche per lo sviluppo dirompente che ha avuto il settore chimico applicato all'edilizia. L'uso sempre più diffuso di materiali sintetici per la realizzazione di nuovi componenti, ottenuti attraverso tecnologie mutuata da altri settori applicativi o industriali, oppure il ricorso a materiali di nuova formulazione soprattutto nell'ambito di impermeabilizzazioni, isolamenti termici e acustici, trattamenti superficiali, sigillanti e protettivi, indica come alle macerie edili sia difficile associare concetti di inerzia chimico-fisica e di inoffensività nei confronti dell'ambiente.

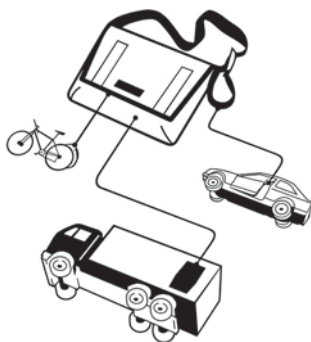
Premessi gli innegabili vantaggi ottenuti dalla corretta gestione del flusso dei rifiuti, la vera soluzione al problema è quella di non produrre rifiuti, soprattutto quelli pericolosi, così da non doverne gestire. Perseguendo tale obiettivo l'attenzione viene spostata sulla causa e non sull'effetto, con

evidenti vantaggi per tutti. In tal senso, mentre molte ricerche focalizzano la propria attenzione sulle modalità di recupero e riciclaggio dei rifiuti, solo poche ricerche [Keys et al., 2000; Liu et al., 2011] si preoccupano di individuare soluzioni atte ad eliminare la produzione dei rifiuti in fase di programmazione e progettazione.

### Progettare senza rifiuti

Il presupposto è che i rifiuti sono il risultato di un errore progettuale [Köhler, 2014].

Per questo motivo ogni strategia di contenimento della produzione di rifiuti deve necessariamente partire dalla fase progettuale, individuando le soluzioni che possono determinare dei rifiuti e proponendo le soluzioni atte all'eliminazione o, almeno, al contenimento della loro produzione (*Figura 1*).



**Figura 1.**

Le borse e gli accessori ideati dai fratelli Markus e Daniel Freitag sono generati dal riciclo di teli di camion, cinture di sicurezza e vecchie camere d'aria di biciclette.

Questo principio consente “per prima cosa di non nuocere” intervenendo con una riduzione di rifiuti all'origine certamente più economica di ogni altro intervento: invece di cercare una soluzione quando il rifiuto è stato già generato, si può intervenire nella fase in cui i rifiuti non esistono ancora provando a adottare soluzioni che ne mitigano la produzione.

Il criterio di precauzione rappresenta, peraltro, il quindicesimo principio di responsabilità e diritti dei paesi che parteciparono, nel 1992 a Rio di Janeiro, alla *Conferenza sull'Ambiente e lo sviluppo delle Nazioni Unite*: “al fine di proteggere l'ambiente, un approccio cautelativo dovrebbe essere ampiamente utilizzato dagli Stati in funzione delle diverse capacità” [www.europa.eu, 2015].

Questo perché il vero obiettivo non deve essere tanto il corretto smaltimento di una quantità sempre crescente di rifiuti ma la contrazione di produzione di tali rifiuti per assicurare che questi non costituiscano occasione di nocività e di inquinamento del territorio.

Nel campo della progettazione esistono molti limiti ma anche molte opportunità nello sviluppo di strategie di contenimento della produzione di rifiuti (*Figura 2*).



**Figura 2.**

Il Padiglione del RWTH Aachen University che ha partecipato al Solar Decathlon 2012 ha una facciata rivestita con scandole realizzate con cd usati e la struttura realizzata con gli elementi lignei recuperati dalla demolizione dello stadio cittadino [Salvalai, 2012].

Tuttavia, mentre per i progettisti è ormai condivisa la necessità di adottare soluzioni energeticamente efficienti, la scelta oculata di soluzioni materiche non è ancora percepita come una priorità. Per tale motivo si scelgono prodotti che offrono ottime prestazioni termiche senza però valutarne l'impatto sull'ambiente una volta dismessi. Eppure la ricerca di materiali e prodotti maggiormente prestanti è alla base delle attuali strategie energetiche che consentono di realizzare non solo edifici che non consumano energia ma edifici che addirittura la producono.

Le decisioni prese in fase di progettazione determinano il tipo di rifiuto che si produce e influenzano anche le modalità della sua raccolta e smaltimento. Un termine comunemente usato, soprattutto negli Stati Uniti, facendo

riferimento ai temi ambientali è *Design for Environment* (DfE): si tratta di una progettazione in grado di ridurre l'impatto ambientale senza compromettere funzione e qualità [Telenko et al., 2008]. In questa progettazione orientata all'eliminazione o contrazione dei rifiuti, nonché alla corretta gestione degli stessi rifiuti oltre che delle risorse, è necessario:

- impiegare risorse facilmente reperibili, a basso impatto ambientale ed economiche, valutando attentamente anche la fase di trasporto;
- adottare prevalentemente elementi di recupero, riciclati o, in ultima battuta, riciclabili;
- utilizzare soluzioni a bassa complessità, perché il coinvolgimento di un numero crescente di operatori induce a modifiche in corso d'opera e genera una maggiore quantità di rifiuti. Concorre a ridurre la complessità delle soluzioni, l'impiego di un numero contenuto di materiali, soluzione che ridimensiona le difficoltà di separazione in fase di dismissione e favorisce la determinazione di categorie omogenee di rifiuti;
- comunicare efficacemente, perché la trasmissione delle informazioni e dei dati tra gli operatori riduce la possibilità di errori e, conseguentemente, la formazione di rifiuti; viceversa, un'errata comunicazione o un coordinamento non efficace implicano una potenziale produzione di rifiuti.

Da un punto di vista più generale è possibile applicare i predetti principi attraverso due distinte strategie, determinando progetti che contemplano:

- l'adozione di materiali e soluzioni affidabili ed ecocompatibili, atta a realizzare edifici che durano il più a lungo possibile intervenendo con tecnologie di manutenzione;
- la costruzione di edifici che garantiscono una durata circoscritta al solo periodo in cui gli stessi si dimostrano funzionalmente e tecnologicamente appropriati, purché ne sia previsto lo smontaggio e il recupero.

Per semplicità è possibile affermare che un edificio può essere concepito per essere facilmente mantenuto o facilmente smontato.

Partendo dagli stessi dichiarati obiettivi di sostenibilità, i due sistemi hanno però posizioni opposte sulla determinazione dell'intero ciclo di vita: nel primo caso il processo edilizio si conclude con l'attività di gestione dell'edificio lasciando quindi indeterminato il ciclo di vita; nel secondo caso

si delimita temporalmente il ciclo di vita utile e si aggiunge un'ulteriore fase, quella della demolizione, percepita come una programmata necessità [Bologna, 2002].

### **Progettare la durezza**

Una delle soluzioni in grado di minimizzare i costi ambientali e la produzione di rifiuti è quella che prevede l'impiego di materiali caratterizzati da una durata maggiore e da una certa facilità di manutenzione.

L'impiego di materiali a elevata durabilità, suscettibili di interventi di manutenzione programmata senza sostituzione, può costituire un buon criterio preventivo e complementare alle strategie di riciclaggio per la contrazione di rifiuti prodotti.

Per questo motivo il settore della manutenzione risulta cruciale: in questa fase l'insieme delle azioni e delle pratiche che possono essere intraprese per allungare la vita dei materiali e salvaguardare così l'ambiente prende il nome di terotecnologia, definita come la "gamma di operazioni dirette, da più punti di vista e a opera di collaboratori specializzati, a conseguire il miglior rendimento di beni e di servizi" [Devoto e Oli, 1990].

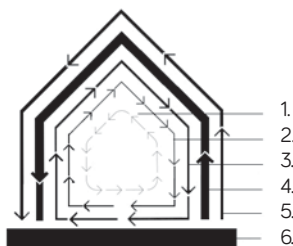
Questa tecnologia si basa sull'allungamento della vita utile dei prodotti, attraverso il quale si può rallentare l'erosione delle risorse naturali e la produzione di macerie, garantendo però i livelli di confort attesi che, generalmente, tendono ad aumentare con il passare del tempo.

La questione è infatti anche quella di garantire il benessere richiesto dagli utenti con soluzioni che possono comunque soffrire il passare del tempo.

Una visione strategica delle attività manutentive contribuisce in maniera determinante alla minimizzazione dei rifiuti, anche se è ovvio che nel settore delle costruzioni la durabilità è un requisito prevalente sulla riciclabilità, poiché sott'intende una stabilità nell'uso del territorio altrettanto importante ai fini dell'impatto sull'ambiente.

È però vero che negli ultimi decenni i fenomeni di obsolescenza funzionale degli edifici e tecnologica dei loro componenti si sono notevolmente accelerati: modelli d'uso e funzioni più complesse per gli edifici, minore durabilità di materiali e nuove soluzioni impongono una maggiore frequenza di intervento sul patrimonio edilizio esistente (*Figura 3*). Senza dimenticare la necessità di minimizzare l'impiego di risorse anche in fase di gestione e manutenzione del fabbricato.

Come affermano nell'introduzione di "Perché gli edifici crollano" gli autori Matthys Levy e Mario Salvadori "c'erano una volta sette meraviglie nel mondo. Oggi ne resta solo una (la piramide di Khufu nel deserto egiziano vicino ad el Cairo)" [Levy e Salvadori, 1997]. Il motivo di queste perdite è dovuto anche alla deperibilità dei materiali con cui esse erano fatte e alla scarsa attenzione riservata alle strutture: infatti la loro durata sarebbe stata sicuramente maggiore se fosse stata eseguita un'adeguata manutenzione.



**Figura 3.**

Legenda: 1. Arredi e attrezzature; 2. Componenti interni; 3. Impianti e servizi; 4. Involucro; 5. Struttura; 6. Sito. La rappresentazione Shearing Layer, elaborata dall'architetto Frank Duffy e sviluppata da Steward Brand [Brand, 1994], consente di evidenziare gli elementi di un edificio con differente durata.

### **Progettare la reversibilità**

Per rendere effettive le politiche di riuso e riciclaggio possono essere adottate soluzioni che contemplano, sin dalla fase progettuale, la dismissione del manufatto: ciò significa adottare soluzioni costruttive che consentono successive operazioni di recupero e che rendono possibili interventi non distruttivi bensì conservativi degli elementi.

Aggiornare, riparare, riusare e riciclare risulta certamente più semplice se si impiegano sistemi di connessione che consentono pulizia, separazione e smontaggio selettivo.

A titolo esemplificativo, nel settore ferroviario tedesco vengono progettati esclusivamente elementi che possono essere successivamente riutilizzati o riciclati.

Un'architettura concepita con principi di reversibilità diventa un'opera aperta, modificabile nei suoi assetti formali, funzionali e tecnologici. Anche se la flessibilità di un edificio o di un componente non è più sufficiente a superare l'obsolescenza funzionale, è proprio il modo di concepire un progetto reversibile che cambia il rapporto con il tempo (*Figura 4*).





**Figura 4.**

L'Infobox, progettato da Schneider & Schumacher, è servito dal 1995 al 2001 come punto informativo del cantiere di Potsdamer Platz: una volta completato il cantiere, l'edificio è stato smontato.

Quello dell'invecchiamento è un fenomeno che oggi si verifica in periodi piuttosto brevi a causa della celerità dei processi di obsolescenza fisica, funzionale e tecnologica dei vari componenti edilizi. Molti dei componenti edilizi che hanno superato i due decenni di impiego non sono in grado di soddisfare le prestazioni attualmente richieste in termini di tenuta all'acqua, fuoco, acustica, termica, tanto da non rispettare la normativa vigente e quindi non poter neanche essere riutilizzati per gli stessi fini.

“È nel perenne equilibrio tra conoscenze acquisite e atteggiamento innovativo che si esprime il senso della progettualità in architettura, come capacità di porre situazioni alternative, ma adeguate, ai bisogni rinnovati del tempo” [Nardi, 2003]. È per rispondere a nuove esigenze che si progettano manufatti edilizi che risultano facilmente decomponibili nei loro elementi costitutivi, evitando quindi assemblaggi a umido di difficile rimozione e favorendo assemblaggi a secco. Il montaggio a secco cambia concretamente le consuetudini già radicate nel progetto e nel processo

edilizio: riduce l'incidenza delle lavorazioni tradizionali, trasformando gli elementi in manufatti più complessi, richiede maggiori competenze e quindi manodopera specializzata.

Premesso che non tutto ciò che è assemblato a secco è leggero oppure effettivamente riciclato o riciclabile, in Italia la costruzione a secco trova nel settore residenziale un'opposizione culturale in quel simbolismo che vede la casa come un oggetto che non deve essere "leggero" ma tradizionalmente "pesante", in quanto durevole e sicuro.

## **Conclusioni**

Le cause della produzione di scarti industriali e rifiuti in fase di esecuzione, gestione e demolizione sono complesse, oltre che capillari. La maggior parte delle risorse materiche impiegate non è rinnovabile o, perlomeno, non è riproducibile lo stato originario in cui si trovava prima delle trasformazioni industriali. I costi ambientali di questa situazione sono sotto gli occhi di tutti: dissesti idrogeologici, riduzione della biodiversità, trasformazione o scomparsa di alcuni paesaggi. L'origine dei rifiuti va ricercata in ogni azione necessaria a produrre ciascun manufatto edilizio ed è quindi fondamentale valutare come ogni passaggio del sistema costruttivo interagisce con gli altri.

La crescita del commercio internazionale delle materie prime secondarie, regolato dalla Convenzione di Basilea adottata nel 1989 ed entrata in vigore nel 1992, ha due principali driver economici: la rilocalizzazione delle capacità produttive in paesi con più bassi costi produttivi e scarse risorse e la generazione dei flussi di materie prime seconde in paesi diversi da quelli di produzione. In effetti la disponibilità di materie prime seconde è oggi fondamentale per una pluralità di settori industriali, in particolare per le realtà emergenti come quelle asiatiche che hanno ridisegnato l'intero mercato delle materie prime e prime seconde. Basti pensare che le importazioni di carta da macero della Cina sono passate in un decennio (dal 1997 al 2007) da 1,6 a 22,5 milioni di tonnellate; nello stesso decennio i rifiuti di plastica da 0,5 a 6,9 milioni di tonnellate, i rottami ferrosi da 1,8 a 10,1 milioni di tonnellate e i rottami di alluminio da 300.000 a oltre 2 milioni di tonnellate [Bianchi, 2008].

L'obiettivo deve però essere la contrazione di produzione di rifiuti, che dipende anche e soprattutto da come un manufatto edilizio viene concepito.

Tutto deve concorrere a rendere possibile un approccio più consapevole alla responsabilità che come progettisti abbiamo nell'atto ideativo. In fase di progettazione ciò è possibile favorendo l'impiego di materiali di facile reperibilità, economici e con impatto ambientale contenuto oppure adoperando sistemi reversibili come quelli assemblati a secco.

Se si riesce a adottare soluzioni durature che possono essere facilmente integrate e sostituite per parti con soluzioni innovative, sostenibili e che incorporano le tecnologie di ultima generazione si garantisce quell'aggiornamento prestazionale che è necessario per soddisfare le crescenti aspettative degli utenti. In sintesi, una innovazione duratura con soluzioni che consentono aggiornamenti modulari di parti singole.

Inoltre, i temi cardine del coordinamento e della comunicazione hanno un impatto immediato nel contenere i rifiuti nella maggioranza dei casi.

L'integrazione della dimensione ambientale nella progettazione, in particolare quella relativa alla gestione dei rifiuti, è il risultato di un processo continuo e graduale alimentato da materiali e processi innovativi nonché da una migliore conoscenza delle pratiche di manutenzione dell'esistente. Questo processo è, per definizione, infinito e necessita di eco-strumenti pragmatici.

Tutto ciò per passare definitivamente “dalla inciviltà dei rifiuti, dalla cultura della dissipazione, dei consumi usa e getta, dello spreco delle risorse non rinnovabili, alla civiltà del riciclo, del riuso, della massima conservazione delle materie prime, specie se non rinnovabili, insomma della riduzione dei rifiuti [Boato, 1995].

### **Riferimenti bibliografici**

- Bianchi, D. (a cura di) [2008]. Il riciclo ecoefficiente. Performance e scenari economici, ambientali ed energetici, Edizioni Ambiente, Milano.
- Boato, M. [1995]. “Dall'inciviltà dei rifiuti alla civiltà del riuso”, Ambiente Risorse e Salute, Centro Studi l'Uomo e l'Ambiente, Padova, n. 33, 38-40.
- Bologna, R. (a cura di) [2002]. La reversibilità del costruire. L'abitazione transitoria in una prospettiva sostenibile, Maggioli editore, Rimini.
- Brand, S. [1994]. How Buildings Learn: What Happens After They're Built, Viking Press, New York (USA).
- Commissione Europea [2003]. Verso una strategia tematica di prevenzione e riciclo dei rifiuti, Gazzetta Ufficiale, n. 76 del 25 marzo 2004, 11.
- Devoto, G. e Oli, G. C. [1990]. Il dizionario della lingua italiana, Le Monnier, Firenze.
- Keys, A.; Baldwin, A. N. e Austin, S. A. [2000]. “Designing to encourage waste

- minimisation in the construction industry”, CIBSE National Conference, Dublin, 20-22 settembre 2000, 1-11.
- Köhler, M. [2014]. “Trash oder Treasure. Recycling in der Architektur”, competition, competitiononline Verlages GmbH, Berlin (D), n. 8, 34-37.
  - Levy, M. e Salvadori, M. [1997]. Perché gli edifici cadono, Strumenti Bompiani, Milano.
  - Liu, Z.; Osmani, M.; Demian, P. e Baldwin, A. [2011]. “The potential use of BIM to aid construction waste minimisation”, International Conferences Information and knowledge management in building, CIB, Sophia-Antipolis (F) 26-28 ottobre 2011, 1-10.
  - Nardi, G. [2003]. Percorsi di un pensiero progettuale, edizioni Libreria Clup, Milano.
  - Salvalai, G. [2012]. “Counter Entropy House”, Arketipo, Supplemento n. 14, ilSole24Ore, Milano, 52-57.
  - Sinopoli, N. [1994]. “L’edilizia che avanza”, Costruire, Segesta editore, Milano, n. 133, 93-96.
  - Telenko, A.; Seepersad, C. e Webber M. [2008]. “A compilation of Design for Environment principles and guidelines”, International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference, New York (USA), 3-6 agosto 2008, 1-13.
  - [www.archdaily.com/458245/upcycle-house-lendager-arkitekter](http://www.archdaily.com/458245/upcycle-house-lendager-arkitekter) [consultazione: 03.02.2015].
  - [www.europa.eu/legislation\\_summaries/development/sectoral\\_development\\_policies/l28102\\_it](http://www.europa.eu/legislation_summaries/development/sectoral_development_policies/l28102_it) [consultazione: 03.02.2015].