

RESOURCE MATTER MATERIAL. REUSE AS A TECHNICAL OPTION FOR SUSTAINABLE DESIGN

Abstract

The proposed contribution, in response to the EU objectives on Resource Efficiency and Circular Economy, offers an overview of the most up-to-date international experiences on the reuse of materials in architecture. The research focuses on the peculiarities of the practices and context conditions of the closed-loop use of materials in the building sector in Italy. Aim of the present study, in particular, is to examine the practicability of the reuse strategy at the national level, in continuity with the practices constantly carried out in our Country from antiquity to the industrial revolution, and to verify the current applicability of *superuse* and *upcycling* practices beyond an occasional logic, as reliable and replicable technical options, to be implemented at the supply chain level. By analysing and comparing an articulated set of case studies, the work aims at promoting the dissemination of international research, design and construction best practices of *superuse* and *upcycling* in architecture. The reference framework for reuse practices is thus delineated, highlighting the innovations from the theoretical, methodological and disciplinary points of view.

Keywords

Closed-loop materials | Reuse | Upcycling | Superuse | Resource efficiency

[Introduction] Circular design and thinking

The Research Group works on the implementation of the EU objectives of *Resource Efficiency*¹ and *Circular Economy* in the built environment, by investigating the impacts of the *Cradle to Cradle* approach - which interprets materials as resources and never as waste [1] - on the design and construction process. The research focuses on the peculiarities of the practices and context conditions of the closed-loop use of materials in the building sector in Italy. Aim of the present study, in particular, is to examine the practicability of the reuse strategy at the national level, in continuity with the practices constantly carried out in our Country from antiquity to the industrial revolution. Through the analysis of the evolution of the RRR (Reduce Reuse Recycle) strategies from their appearance, to the design experimentations conducted across EU in the last 20 years, and of the legislative drivers for circularity at the national and EU level, the reference framework for the reuse approach is delineated.

Thus, the need for the consolidation of a consistent new design language and methodology is underlined. Therefore, the research objective is to identify the necessary steps to make the practices of *reuse* of materials (interpreted as *superuse* and *upcycling*), applicable in the construction industry beyond an occasional logic, as reliable and replicable technical options at the supply chain level. For this purpose, this contribution offers an overview of the most up-to-date international experiences on the closed-loop use of materials in architecture, underlining the innovations in the process of sustainable design. Furthermore, through the analysis and comparison of an articulated set of case studies, the main success factors of these best-practices are identified, highlighting the innovations from the theoretical, methodological and disciplinary points of view.

Practices of materials reuse in Italy. Continuity and discontinuity

The Italian approach to the implementation of circular strategies in the built environment is rooted in architectural processes, consolidated through construction practices oriented to the reclamation and reuse of materials and components. These practices changed over time, according to the creativity of the relationship with existing buildings (destruction, admiration, indifference), adopted in different time periods. The practices of reclamation, as well as of reuse, interrupted from the Industrial Revolution, when demolition and reconstruction became more common, represent a real "constant" till then: debris and ruins were often recovered and used as filling material, in the construction of city parts²; monuments were used as quarries of materials (in particular stone and metals), either for the reuse of decorated, ready to use components (beams, roofing parts, ornamental elements)³ or for the progressive insertion in buildings (architecture vertical stratification). In every modification made to existing buildings, it is possible to observe a phenomenon of "cannibalization"^[2]: the pre-existing structures are recovered, preserving smaller or larger parts and inserting new walls and architectural elements, often reclaimed ones. This appears evident in the extreme ease in the combination of stone blocks, in the assembly of dimensionally different components and in the reuse of absolutely

heterogeneous reclaimed materials - not only slabs or blocks, but also columns and parts of figured friezes - originally appropriately camouflaged, but then perfectly recognizable. In the last thirty years, much was written about the practice of reclamation and reuse in the late antiquity and post-antique world, of materials of the classical world in its various forms. In the 80s, the theme became central in the scientific debate (not only archaeological) with the concept of "memory of the ancient" and "reuse of the ancient" [3]. A model of continuity was proposed, against the idea of break, which meant the reuse, even if unstructured, of what came from the classical world, thus providing for an (involuntary) survival. The theme, central to archaeological studies, expanded to include almost all the ages, assuming very differentiated features. Even in the modern age, the context within which reclamation takes place influences the requirements, the modalities, the organization of connected activities, with a clear predominance of cases of purely material reclamation and re-utilization. These actions are articulated on two levels: on the one hand, the reuse of *raw materials* with the recovery of materials lacking (or deprived) of every recognizable complex formal quality and used as basic modular elements (bricks, stone blocks). On the other hand, the reuse of formally recognizable components (corbels, frames, marble parts, window fixtures, gates) or of entire parts of pre-existing structures, on the original site as elsewhere, even with different functional purposes⁴. In the contemporaneity, reuse is applied to architectural fragments endowed with an interest that is decidedly more figurative than merely material: this practice thus assumes



Fig. 1 - Reclaimed materials and tools for prototyping in the Superuse Studios warehouse in Rotterdam, 2015. Photo: © Denis Guzzo.

the meaning of quotation, of the use of words of others within the designer's discourse. In this approach, the distinction between the concepts of "ancient" and "past" is not secondary, inviting us to reflect on the symbolic-cultural and economic value attributed to what is reused: pre-existing constructions relevant for their substantial integrity (monuments); remains turned into ruins, but considered significant for the present time; "waste" which survived the demolishing and obliterating damage of time; "quarries" for the supply of materials [4].

Reuse of materials in architecture and new languages. An evolving approach

In line with this background, in Italy from the second half of the XX Century it is possible to identify RRR (Reduce Reuse Recycle) practices, which can be considered as part of the concept of *Recycling*. The appropriateness of the *Recycling* concept, as the interpretative key to phenomena and practices that have always characterized the project and/or the construction of architecture, is a topic extensively covered by scientific literature⁵. Undertaken in relation to the industrial product, on the conscious push of environmental motivations, and no longer just of cultural or economic reasons - in Italy even before than at the EU level - starting from the turning point marked by the so-called "Ronchi

Decree" (Legislative Decree no. 22/97). Thereafter, in Europe, a progressive strengthening of the EU strategic guidelines on Circular Economy has followed (Directive 2008/98/EC, *Roadmap towards a Resource Efficient Europe - 2011, Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy - 2015* [5]). Therefore, in the last 20 years in the European building sector, resorting to various types of waste, derived from buildings or flows of industrial resources, locally available and part of the urban metabolism, has led to experimentations on the strategies of *upcycling* and *superuse*. Interpreting waste materials as a key resource of the architectural and technological project [6], these strategies have been implemented by designers coming from northern Europe as well as from the Spanish and Italian Mediterranean area (Chinchilla, Arturo Franco, ARCò, Lot-ek). After 20 years of experimentation, the multiplicity of international experiences on 3R strategies leads to questioning the recognition, of an architectural language of *reuse*, based on a relatively solid design approach. A methodology which, at the beginning of the Millennium, seemed still faraway, despite the strong push of environmental drivers and their revolutionary cultural consequences (Lynch, Manzini, McDonough & Braungart): "These profound innovations of scenarios and cultural expectations do not correspond to an adequate

design research, which can redeem the practice of recycling from the current condition, as today it appears radically anchored to a mechanistic and technical matrix, which do not fully involve the understanding and emulation of biological processes, nor the involvement of the architect's poetic and creative dimension, able to propose new languages and new design frontiers" [7]. The consolidation of the "new Italian language" is based, in fact, on actions for the transfer of international best practices, intensified⁶ by the emergence of new context tools to support circular practices.

Circular economy strategies and circular processes in architecture. Possible options

Today, in fact, national strategies on the closed-loop use of building materials are emerging in Italy. A relevant example is represented by the ENEA Laboratory "Resources valorization in Production and Territorial Systems", whose activities on Urban Mining relate to the construction sector as well⁷, supporting the first Italian Circular Economy Platform (ICESP - Italian Circular Economy Stakeholder Platform)⁸. In the political approach, the most significant driver is represented by the Minimum Environmental Criteria (CAM) of the National Action Plan for Green Public Procurement (GPP) for *Buildings* (DM 24/12/2015 and

Project	Type of intervention Restoration New construction	Materials efficiency strategies	Technical element	Reused/recycled component/material employed																
				Laser cut sheets	METALS Containers Beams	Sandwich panels	WOOD Boards/OSB	Pillars/beams	CONCRETE Recycled aggregates	CLAY Bricks/roof tiles	GLASS Windows Tiles	OTHERS								
Matadero Site Madrid (ES) Year 2009 Designer Arturo Franco Office Architecture		1 On-site reuse of building materials 2 On-site recycling of building materials 3 Off-site reuse of building materials 4 Off-site recycling of building materials 5 Superuse/upcycling of other waste flows	Loadbearing structure Building envelope Partitions Flooring/cladding Furniture																	
Casa Solariega Site Toledo (ES) Year 2010 Designer Izaskun Chinchilla Architects		1 On-site reuse of building materials 2 On-site recycling of building materials 3 Off-site reuse of building materials 4 Off-site recycling of building materials 5 Superuse/upcycling of other waste flows	Loadbearing structure Building envelope Partitions Flooring/cladding Furniture																	
BlueCity Site Rotterdam (NL) Year 2015-2018 Designer Superuse Studio		1 On-site reuse of building materials 2 On-site recycling of building materials 3 Off-site reuse of building materials 4 Off-site recycling of building materials 5 Superuse/upcycling of other waste flows	Loadbearing structure Building envelope Partitions Flooring/cladding Furniture																	Carpet
Villa Maggiore Site Como (IT) Year 2018-under construction Designer Superuse Studio Césare Peeren		1 On-site reuse of building materials 2 On-site recycling of building materials 3 Off-site reuse of building materials 4 Off-site recycling of building materials 5 Superuse/upcycling of other waste flows	Loadbearing structure Building envelope Partitions Flooring/cladding Furniture																	Silk textiles
Upcycle House Site Nyborg (DK) Year 2013 Designer Lendager Arkitekter, Valby		1 On-site reuse of building materials 2 On-site recycling of building materials 3 Off-site reuse of building materials 4 Off-site recycling of building materials 5 Superuse/upcycling of other waste flows	Loadbearing structure Building envelope Partitions Flooring/cladding Furniture																	Reused crew-poles Cellulose panels Plastic bottles Recycled plastic/wood Reclaimed furniture
Carroll House Site New York (USA) Year 2016 Designer Lot-ek		1 On-site reuse of building materials 2 On-site recycling of building materials 3 Off-site reuse of building materials 4 Off-site recycling of building materials 5 Superuse/upcycling of other waste flows	Loadbearing structure Building envelope Partitions Flooring/cladding Furniture																	
Afvalbrenstasjon Site Den Haag (NL) Year 2017 Designer Wessel van Geffen Architects		1 On-site reuse of building materials 2 On-site recycling of building materials 3 Off-site reuse of building materials 4 Off-site recycling of building materials 5 Superuse/upcycling of other waste flows	Loadbearing structure Building envelope Partitions Flooring/cladding Furniture																	Rock wool
Resource Rows Site Ørestad (DK) Year 2018-under construction Designer Lendager Arkitekter		1 On-site reuse of building materials 2 On-site recycling of building materials 3 Off-site reuse of building materials 4 Off-site recycling of building materials 5 Superuse/upcycling of other waste flows	Loadbearing structure Building envelope Partitions Flooring/cladding Furniture																	Paper wool Plasterboard
Upcycle Studios Site Ørestad (DK) Year 2018-under construction Designer Lendager Arkitekter		1 On-site reuse of building materials 2 On-site recycling of building materials 3 Off-site reuse of building materials 4 Off-site recycling of building materials 5 Superuse/upcycling of other waste flows	Loadbearing structure Building envelope Partitions Flooring/cladding Furniture																	Paper wool Plasterboard

Tab. 01 - Synoptic table comparing 9 international projects (restoration interventions and new constructions) focussing on strategies for the closed-loop use of materials.

updated version DM 11/10/2017), made 100% mandatory - for the first time in Europe - by the Law 221/2015 and thereafter by the New Procurement Code (Legislative Decree 50/2016), which today are giving the first results. The mandatory nature of CAM for *Buildings* is actively promoting the use of materials with recycled content: at least 15% by weight of all the materials used must be recycled. This threshold shall be progressively raised, since today it is quite limited and reuse is mandatory only for the construction of stone masonry and mixed (stone and bricks) for foundation and elevation works (DM 11/10/2017, Article 2.4.2.7). Nevertheless, driven by GPP, companies dealing with production and recovery of building materials. In the last one/two years, are starting to resort to environmental product certification systems (EPD, validated environmental declarations, certification schemes such as *ReMade in Italy*) and to actions at the supply chain level, as the project of the Collective Construction System EPR (Extended Producer Responsibility) started by the Centro Materia Rinnovabile. However, the national strategic guidelines are still not well reflected in the operating practice of the building sector, while they are recently strengthening in other EU Countries. The amount of construction and demolition waste produced in Italy (53,492,199 tons/year in 2016 [8]) seems quite underestimated, and the limited recovery rate, for recycling purposes but even less for reuse, leave a large margin of action to increase the level of *resource productivity* of the construction sector. This could be pushed by a set of measures: "investment in research to continue to refine the quality of materials also in view of their subsequent lives; redesign of goods to facilitate their recovery; compliance with European directives [...] on circular economy; extension of the collective systems that can ensure integration, economies of scale, network in the territory" [9]. In particular, the technological culture of design expresses a high potential for the diffusion of the strategies of *adaptive reuse* and of reuse of components and materials. These are intrinsic to the peculiar Italian approach of the intervention on the existing built environment, complementary and preferable to recycling according to the European Waste Hierarchy (Article 4, Directive 2008/98/EC), but still overlooked, if not hindered, by national legislation (EoW, by-products).

Closed-loop building materials. Innovation in the process of sustainable design

In this perspective, the Research Group is working to identify the crucial steps of the design process, integrated into the building process, in which structural changes must take place in terms of methodology in order to make reuse a practicable option and to determine innovative results from an architectural, technological and environmental point of view. Emerging topics of reflection are: the necessity and modalities of anticipated choices regarding materials in the project process; the centrality of design and decision-making support tools to identify and



Fig. 02 - Creation of reclaimed masonry modules, by cutting (b) whole parts of brick works (a), stocking the recovered components (c), turned into industrialized panels for the construction of the façades (d) of the residential complex The Resource Rows (e). Pictures: © Lendager Architekt.

procure materials with low environmental impacts, as well as to manage information concerning materials in the building's life cycle; the creation of *harvest maps* as a prerequisite for the architectural project; the harvesting and storage processes of waste materials in architecture by the designers themselves⁹ (Fig. 1).

Some recent international research experiences, applied into teaching and dissemination activities in 4 different European countries, prove the need for an in-depth reflection guided by research on these issues. At TU Delft, the Belgian studio Rotor conducted the *Deconstruction Studio*¹⁰, a design workshop focused on the off-site reuse theme, i.e. on the deconstruction of buildings [10] for the reuse of components in other buildings, with its different cultural, architectural, environmental, economic and social implications; the construction of the *Waste House* (the first permanent residential building in Europe built with 90% reused waste materials) and the experience of the *Reuse Atlas* of Prof. Duncan Baker-Brown [11] at the University of Brighton (UK); the *Urban Mining and Recycling Unit* at the EMPA Nest in Switzerland, organized by architect Felix Heisel of the Karlsruhe Institute of Technology and ETH Zurich (CH); the research and teaching activities on the design of *reversible*

buildings by Prof. Elma Durmisevic [12] of the University of Twente (NL), developed within the EU project *Buildings as Material Banks*, whose aim - among others - is to develop BIM tools to measure *resource productivity* [13]; investigations on the relationship between the actors of the building sector, as represented by the experimentations *with* the regional production chains conducted in Piedmont Region through feasibility studies on recycled and superused materials and components by Prof. Roberto Giordano of the Polytechnic University of Turin.

Practicability of the technical option reuse. Case studies

In the activities of the RG, in order to derive key transferable factors, a central role is given to the analysis and systematization of the most significant international design and construction experiences. The study regards completed projects working either on the restoration of existing buildings, primary strategy for *resource efficiency* in architecture, with reused/recycled materials, or on new constructions, designed after the identification of resource flows available at the local scale, interpreted as a starting point for the project process and a key element for the achievement of environmental sustainability in the intervention. The investigation examines the

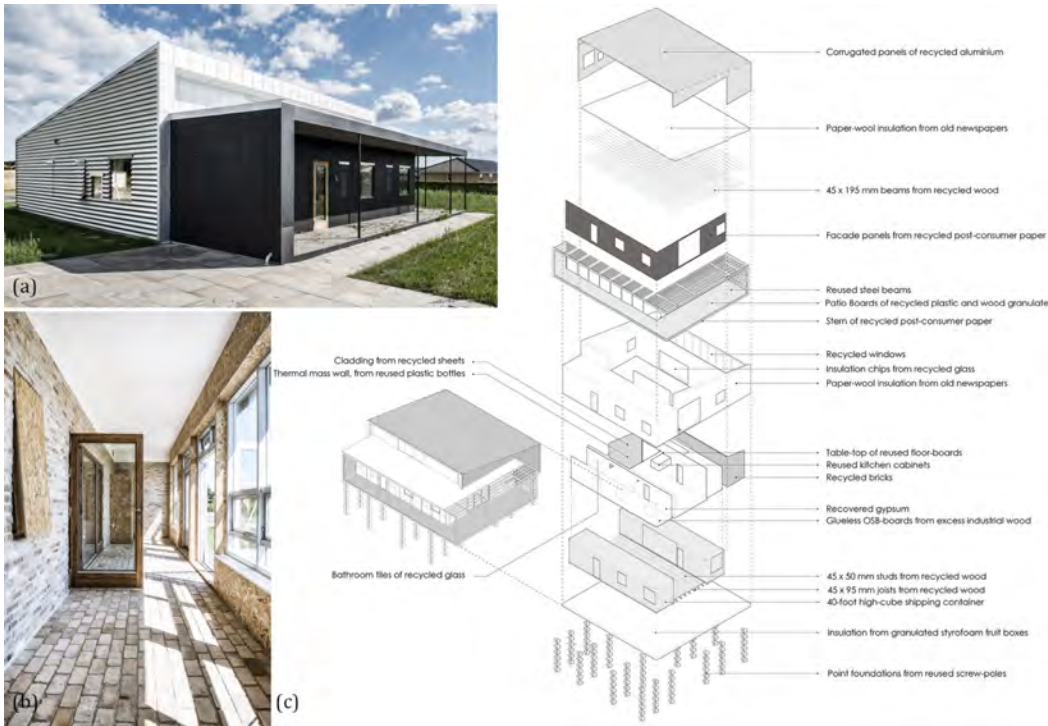


Fig. 03 - Upcycle House, views of the building (a) and of its buffer space (b); axonometric view (c) with the different waste materials used in the building. Pictures: © Lendager Arkitekter.

nature, quantity, origin, performances and characteristics of the reused materials; the classes of technical elements in which they are reused; installation methods (for the purpose of a future disassembly and iterative reuse); expected end-of-life scenarios; main environmental indicators (preserved embodied energy, avoided CO₂ emissions, quantity of saved raw materials). The synoptic table shown here (Tab. 1) examines a group of 9 works realized in 6 countries, selected for the following particularly relevant aspects:

- the restoration of a historic *Villa* on Lake Como (Superuse Studios Césare Peeren), for the *superuse* of waste materials from local industries applied for the first time in Italy to a listed building (thanks to the project, the Italian page of the Harvest Map platform, mapping waste material sources for architecture, was opened);
- the refurbishment of the *Matadero* of Madrid (ES) (Arturo Franco Office Architecture), for the creativity in the reuse on site of the roof tiles no longer suitable for use in the building of industrial archeology;
- the renovation of *Casa Solariega* in Toledo (Izaskun Chinchilla Architects) for the variety of solutions for the use of demolition materials reclaimed from local buildings, in the enhancement of a historic building;
- the redevelopment of the disused *Tropicana* building in Rotterdam (NL) and its transformation into BlueCity (Superuse Studios), for the use of 90% of materials that are locally harvested waste resources, in a closed-loop urban regeneration operation;
- the construction of the *Upcycle House* in Nyborg (DK) (Lendager Arkitekter), for being a pioneering project in adopting the upcycling of materials throughout the building;
- the construction of the *Afvalbrengrstation* in Den Haag (NL) (Wessel van Geffen Architects with the advice of Superuse Studios) for the

adoption, for the first time on a large scale, of laser-cut waste metal sheets from the automotive industry as façade components with a high aesthetic and performance value;

- the construction of the residential complex *The Resource Rows* in Ørestad (DK) (Lendager Arkitekter), for the reuse of brick work in the building vertical envelope, particularly relevant since it experiments for the first time the industrialization of a façade component made with masonry modules obtained by cutting walls in a disused industrial building (Fig. 2);
- the construction of the *Carroll House* in NY by Lot-ek (IT/USA), for the adaptive reuse of objects and industrial systems (containers);
- the construction of the *Upcycle Studios* in Ørestad (DK) (Lendager Arkitekter), for the standardization of a series of technological reuse solutions, already tested in the aforementioned projects by the same designers.

The comparison highlights in particular an increasing level of complexity and variety of applications of waste materials, not just coming from buildings, useful to verify the feasibility of the technical option of reuse, especially in Lendager Arkitekter's work [14]. Among the aforementioned projects, it is useful to recall, as an emblematic case study, the *Upcycle House* by Lendager Arkitekter in Nyborg (DK), a single-family dwelling (Fig. 3) designed with the intent to create a model building of the *upcycling* strategy. The building was analyzed with the LCA method from the University of Aalborg (DK) [14] in order to measure the reduction of environmental impacts obtained with the *upcycling* of materials, which in the project are a characterizing element of the entire construction. The variety of materials, products and components used, and the articulation of technological solutions adopted to enhance them, represent a repertoire of

possible technological practices, adaptable with appropriateness to our national context as well, with material choices similar to those found in the Spanish cases presented in Tab. 1.

Conclusions

The framework outlined above makes it possible to highlight on the one hand the innovation in the project process, in relation to the phases of research, selection and collection of materials. On the other hand, the level of potential environmental and economic advantages obtainable through reuse, as well as the compliance with environmental requirements. These restrictions, today no longer voluntary but rather already mandatory, at least in part, are gradually becoming central. The design and operational experiences of Superuse Studios, Rotor, Lendager Arkitekter, Lot-ek, demonstrating the practicability of reuse, represent an essential reference for Italy. These best-practices highlight, as a primary condition for the enhancement of "waste" in the project, a careful research and selection of materials from the early stages of the design process, through tools such as the *harvest map*, intended as a prerequisite for the architectural project. In this sense, the operational approach of technological design can actively contribute to defining the methods of a complete application of the circular vision to the building sector. In conclusion, further applied experiences are needed in Italy to allow testing the specific system conditions (in favour and hindering factors).

REFERENCES

- [1] W. McDonough, M. Braungart, *Cradle to cradle: remaking the way we make things*, New York: North Point Press, 2002.
- [2] L. de Lachenal, *Spolia: uso e impiego dell'antico dal III al XIV secolo*, Milan: Longanesi, 1995; A. Esch, "Reimpiego", in *Enciclopedia dell'Arte Medievale*, vol. IX, Rome: Treccani, 1998, pp. 876-883.
- [3] S. Settis, "Continuità, distanza e conoscenza. tre usi dell'antico", in *Memoria dell'antico nell'arte italiana*, Biblioteca di storia dell'arte italiana. Nuova serie, 1-3, Turin: Einaudi, 1984-1986, pp. 375-486.
- [4] Franchetti Pardo V., "Conclusioni", in J.F. Bernard, Ph. Bernardi, D. Esposito (Eds.), *Il reimpiego in architettura: recupero, trasformazione e uso*, Rome: École française de Rome, 2009, p. 698.
- [5] EU Commission, COM (2011) 571 and COM/2015/0614 final.
- [6] P. Altamura, *Costruire a zero rifiuti. Strategie e strumenti per la prevenzione e l'upcycling dei materiali di scarto in edilizia*, Milan: FrancoAngeli, 2015.
- [7] V. Gangemi (Eds.), *Riciclare in architettura. Scenari innovativi della cultura del progetto*, Naples: Clean, 2004.
- [8] ISPRA 2017, "Rapporto Rifiuti Speciali", 264.
- [9] A. Cianciullo, "Materia rinnovata. Quant'è circolare l'economia: l'Italia alla sfida dei dati", short report of *Materia rinnovabile*, Milan: Edizioni Ambiente, 2016.
- [10] M. Ghyoot, L. Devlieger, L. Billet & A. Warnier (ROTOR), *Déconstruction et Réemploi. Comment faire circuler les éléments de construction*, Losanna: PPUR, 2018.

- [11] D. Baker-Brown, *The Re-Use Atlas: A Designer's Guide Towards a Circular Economy*, London: RIBA Publishing, 2017.
- [12] E. Durmisevic, *Vital Cities and Reversible Buildings*, Proceedings of the 3rd Green Design Conference, Sarajevo Green Design Foundation, University of Twente, 2017, available at <http://greendesignconference.com/gdc2017/wp-content/uploads/2017/11/Conference-Proceedings-3rd-Green-Design-Conference-web.pdf>
- [13] BAMB EU, <https://www.bamb2020.eu/>.
- [14] A. Lendager, Lysgaard Vind D., *A changemaker's guide to the future*, Copenhagen: Lendager Group, 2018.
- [15] "Upcycle House. Ridurre le emissioni di carbonio attraverso il riciclo dei materiali", in azero, Gorizia: Edicom Edizioni, 2014.

NOTES

1. Research activities conducted since 2012, including the Atlante Inerti Project, <http://atlanteinertiproject.yolasite.com/>.
2. The Testaccio hill in Rome, produced by the accumulation of broken clay pots behind the port area; a pile of residues from the great London fire brought to St. Petersburg, as filling materials for the construction of the new city; the Great Cretto of Burri in Gibellina, obtained by reshaping the ruins of the 1968 earthquake; in Berlin, between the 60s and 70s, the ruins of the II World War bombardments piled up and transformed into the 80m high Teufelsberg hill; in Milan, with the same type of materials, Monte Stella was built in the experimental residential district QT8, by Piero Bottoni (40s).
3. Reuse involves an absolute indifference towards the original function of the ancient piece, degraded to construction material, concealing the decorated or inscribed parts in the masonry.
4. Each of these two groups gave rise - in modern and contemporary times - to real market systems within which specific construction practices developed.
5. From the book by V. Gangemi, *Riciclare in architettura. Scenari innovativi della cultura del progetto*, CLEAN, Napoli 2004, to the outputs of the PRIN Research "RE_CYCLE ITALY", <http://recycleitaly.iuav.it>, and the text by S. Marini & V. Santangelo, *Ricicli. Teorie da concetti nomadi e di ritorno*, Aracne, Roma 2014, through exhibitions like *Re-Cycle*, MAXXI, 2011-12.
6. An action of knowledge transfer on the theme was initiated by the RG with the seminar "Zero waste building. Prevention, upcycling, superuse of waste in architecture", Casa dell'Architettura, Rome, 30.06.2016. Recently, the Association *Giacimenti Urbani*, with Harvest Map Italy, curated the exhibition "Library of reuse: circular buildings" at "Fa 'la cosa giusta", Milan, 03.2018.
7. See the POR FESR 2014-2020 Lazio Region Project DECORUM (Demolition & Construction Recycling Unified Management), <https://risorse.sostenibilita.enea.it/projects/decorum>.
8. Italian page of the EU Platform ECESP, <https://circulareconomy.europa.eu/platform/>.
9. See, for example, the photographic series "Live from the basement", produced by Denis Guzzo in the storage warehouse of reclaimed materials and components of Superuse Studios in Rotterdam, <http://www.denisguzzo.com/projects/superuse/>.
10. The *Deconstruction Studio* has seen a relevant international Symposium (*Faculty of Architecture and the Built Environment*, Delft, 24-25.04.2017), <http://deconstructionconference.nl/>.

RISORSA MATERIA MATERIALE. IL RIUSO COME OPZIONE TECNICA NEL PROGETTO SOSTENIBILE

Abstract

Il contributo, in risposta agli obiettivi comunitari sulla Resource Efficiency e la Circular Economy, offre un quadro articolato delle più aggiornate esperienze internazionali sul tema del riuso dei materiali in architettura. Il focus della ricerca riguarda le peculiarità delle pratiche e condizioni di contesto sull'uso closed-loop dei materiali nel settore delle costruzioni in Italia. Obiettivo dello studio è di esaminare in particolare la praticabilità a livello nazionale della strategia del riuso, in continuità con le pratiche del reimpiego praticate con costanza nel nostro Paese dall'antichità fino alla rivoluzione industriale, e verificare l'attuale applicabilità di pratiche di superuse (riuso) e upcycling (riciclo) al di fuori di una logica occasionale, come opzioni tecniche affidabili e replicabili a scala di filiera. Attraverso l'analisi e comparazione di un articolato gruppo di casi studio, il lavoro mira a favorire la disseminazione delle best practice internazionali di ricerca, progettazione e costruzione sulle pratiche di superuse e upcycling in architettura. Si costruisce così il framework di riferimento per le pratiche di riuso, evidenziando le innovazioni dal punto di vista teorico, metodologico, disciplinare.

Parole chiave: Materiali a ciclo chiuso | Riuso | Upcycling | Superuso | Efficienza di risorsa

[Introduzione] Progetto e pensiero circolare

Il Gruppo di Ricerca lavora sull'implementazione degli obiettivi Comunitari sulla Resource Efficiency¹ e la Circular Economy nell'ambiente costruito, attraverso l'investigazione degli impatti dell'approccio Cradle to Cradle - che interpreta i materiali come risorse e mai come rifiuti [1] - sul processo progettuale ed edilizio. Il focus della ricerca riguarda le peculiarità delle pratiche e condizioni di contesto sull'uso closed-loop dei materiali nel settore delle costruzioni in Italia. Obiettivo dello studio è di esaminare in particolare la praticabilità a livello nazionale della strategia del riuso, in continuità con le pratiche del reimpiego praticate con costanza nel nostro Paese dall'antichità fino alla rivoluzione industriale. Attraverso l'analisi dell'evoluzione delle strategie RRR (Reduce Reuse Recycle) a partire dalla loro origine, delle sperimentazioni progettuali condotte in Europa negli ultimi 20 anni, e dei driver normativi per la circolarità a livello nazionale e Comunitario, si costruisce il framework di riferimento l'approccio del riuso.

Si evidenzia così la necessità del consolidarsi di un coerente nuovo linguaggio progettuale e di una relativa metodologia. Pertanto, obiettivo della ricerca è identificare i passi necessari per rendere le pratiche del riuso dei materiali (intese come superuse e upcycling), applicabili al di fuori di una logica occasionale, come opzioni tecniche affidabili e replicabili a scala di filiera. A questo scopo, il contributo offre quadro articolato delle più aggiornate esperienze internazionali sul tema dell'uso closed-loop dei materiali in architettura, sottolineando il rinnovamento del processo progettuale. Inoltre, attraverso l'analisi e comparazione di un articolato gruppo di casi studio, si identificano i principali fattori di successo delle best-practice, evidenziando le innovazioni dal punto di vista teorico, metodologico e disciplinare.

Pratiche di riuso dei materiali in Italia. Continuità e discontinuità

L'approccio italiano all'applicazione dell'economia circolare all'ambiente costruito trova radicamento in processi costruttivi consolidati su pratiche di cantiere orientate al recupero e riuso di materiali e componenti, differenziate nel tempo dalla creatività

del rapporto con l'esistente (distruzione, ammirazione, indifferenza) attuato nelle diverse epoche. La pratica del reimpiego, così come il riuso, che si interrompe a partire dalla rivoluzione industriale, quando diviene più comune la demolizione e la ricostruzione, rappresentano una vera e propria "costante": detriti e macerie sono stati spesso recuperati e impiegati, come materiale di riempimento, nella costruzione di parti di città²; i monumenti erano utilizzati come cave di materiali (in particolare lapidei e metalli) o per il riutilizzo di componenti già lavorate (travi, manti di copertura, apparato decorativo)³ o per l'inserimento progressivo degli edifici (stratificazione verticale dell'architettura). In ogni modificazione apportata alle architetture è possibile riscontrare un fenomeno di "cannibalizzazione" [2]: sono recuperate le strutture preesistenti, conservandone parti più o meno ampie e inserendo nuove murature ed elementi architettonici, spesso di reimpiego. È evidente l'estrema disinvoltura nell'accostamento dei blocchi lapidei, nell'assemblaggio di componenti dimensionalmente differenti e nel riuso di materiali di spoglio assolutamente eterogenei - non solo lastre o blocchi, ma anche colonne e parti di fregi figurati - che, in origine opportunamente mimetizzati, sono perfettamente riconoscibili. Sulla pratica nel mondo tardoantico e postantico del riuso e del reimpiego di materiali del mondo classico nelle sue varie forme si è, negli ultimi 30 anni, scritto molto. Il tema è divenuto centrale nel dibattito scientifico (non solo archeologico) degli anni '80 con il concetto di "memoria dell'antico" e di "riuso dell'antico" [3]. Si proponeva un modello di continuità e non di frattura, che passava dal riutilizzo, pur destrutturato, di quanto veniva dal mondo classico, provvedendo così ad una (involontaria) sopravvivenza. Il tema, centrale negli studi archeologici, si è ampliato arrivando a comprendere pressoché tutte le epoche ed assumendo aspetti molto variegati. Anche in età moderna il contesto entro il quale avviene il reimpiego condiziona i presupposti, le modalità, l'organizzazione delle attività connesse, con una netta prevalenza dei casi di recupero e reimpiego puramente materiale. Si tratta di azioni articolate su due livelli: da un lato, il riutilizzo di materie prime con il recupero di materiali privi (o resi privi) di ogni loro riconoscibile qualità formale complessa e dell'impiego quali elementi modulari di base (laterizi, blocchi lapidei). Dall'altro di riuso di componenti formalmente riconoscibili (mensole, cornici, parti marmoree, infissi, cancellate) oppure di intere parti di strutture preesistenti, nel sito originario quanto altrove, anche con differenti finalità funzionali⁴. Nella contemporaneità si assiste ad un reimpiego di frammenti architettonici dotati di un interesse che è decisamente più figurativo che meramente materiale: tale pratica assume così il senso della citazione, del ricorso a parole altrui all'interno del discorso del progettista. In questo approccio, non secondaria è la distinzione tra i concetti di "antico" e "passato" che invita a riflettere sul valore simbolico-culturale ed economicistico attribuito a quanto viene riutilizzato: preesistenze essenziali per la loro sostanziale integrità (monumenti); resti "ruderizzati", ma considerati significanti per l'attualità; "scarti" sopravvissuti all'ingiuria demolitrice ed obliterante del tempo; "cave" di approvvigionamento di materiali [4].

Materiali di riuso in architettura e nuovi linguaggi. Un approccio in evoluzione

In coerenza con tale background, in Italia dalla seconda metà del Novecento è possibile individuare pratiche di RRR (Reduce Reuse Recycle) che ricadono all'interno del concetto di Riciclo. L'appropriatezza del concetto di Riciclo, come chiave interpretativa di fenomeni e pratiche che da sempre accompagnano il progetto e/o la costruzione dello spazio, è oggetto di una ampia

letteratura scientifica⁵. Intrapreso nell'ambito del prodotto industriale, il cambio di approccio è stato attuato sulla spinta consapevole di motivazioni ambientali e non più soltanto culturali o economiche – in Italia ancora prima che a livello Comunitario – a partire dalla svolta segnata dal Decreto Ronchi (D.lgs. 22/97), seguita dal progressivo rafforzarsi degli indirizzi dell'UE in materia di Circular Economy (Dir. 98/2008, Roadmap verso un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse - 2011, L'anello mancante - Piano d'azione dell'UE per l'economia circolare - 2015 [5]). Conseguentemente, negli ultimi 20 anni nel settore edilizio europeo, il ricorso a scarti di varia natura, provenienti da edifici o da flussi di risorse impiegate nell'industria, disponibili localmente e parte del metabolismo urbano, ha avviato la sperimentazione incentrata sulle strategie dell'upcycling e del superuse. Individuando nell'utilizzo di materiali di scarto una risorsa chiave del progetto architettonico e tecnologico [6], queste strategie sono state implementate da progettisti provenienti dal nord Europa e dall'ambito mediterraneo spagnolo e italiano (Chinchilla, Arturo Franco, ARCò, Lot-ek). La molteplicità delle esperienze internazionali sulle strategie 3R, porta ad interrogarsi sulla riconoscibilità, dopo 20 anni di sperimentazioni, del linguaggio architettonico del riuso, basato su una relativa solida metodica progettuale che, all'inizio del millennio sembrava ancora lontana, nonostante la forte spinta dei driver ambientali e il loro rivoluzionario portato culturale (Lynch, Manzini, McDonough & Braungart): "A queste profonde innovazioni di scenari e di aspettative culturali non corrisponde una adeguata ricerca progettuale, che possa riscattare la pratica del riciclaggio dall'attuale condizione, in quanto appare oggi radicalmente ancorata ad una matrice meccanicistica e tecnicista, che non investe appieno la comprensione e la emulazione dei processi biologici, né il coinvolgimento della dimensione poetica e creativa dell'architetto, in grado di proporre nuovi linguaggi e nuove frontiere progettuali" [7]. Il consolidamento del "nuovo linguaggio italiano" si basa, in realtà, su azioni di trasferimento di best practice internazionali, intensificate⁶ dal profilarsi di nuovi strumenti di contesto a supporto delle pratiche circolari.

Strategie di circular economy e processi circolari dell'architettura. Opzioni possibili

Oggi, infatti, in Italia emergono strategie nazionali sull'uso closed-loop dei materiali in edilizia. Un esempio rilevante è rappresentato dal Laboratorio di "Valorizzazione delle Risorse nei Sistemi Produttivi e Territoriali" dell'ENEA, impegnato sull'Urban Mining anche per la filiera delle costruzioni⁷ e la prima Piattaforma italiana per l'economia circolare (ICESP - Italian Circular Economy Stakeholder Platform)⁸. Nell'approccio politico, il driver più significativo è rappresentato dai Criteri Ambientali Minimi (CAM) per l'Edilizia del Piano d'Azione Nazionale per il Green Public Procurement (GPP) (DM 24/12/2015 e aggiornamento vigente DM 11/10/2017), resi obbligatori al 100% - per la prima volta in Europa - dal Collegato Ambientale (L. 221/2015) prima e dal Nuovo Codice degli Appalti (D.lgs. 50/2016) poi, che cominciano a dare oggi i primi esiti compiuti. L'obbligatorietà dei CAM Edilizia rappresenta un'azione concreta di promozione dell'uso di materiali con contenuto di riciclato: almeno il 15% in peso dei materiali utilizzati deve essere riciclato. Tale soglia sarà progressivamente innalzata, poiché oggi è piuttosto limitata ed il riuso risulta obbligatorio soltanto per la realizzazione di murature in pietrame e miste per opere di fondazione e in elevazione (DM 11/10/2017, Art. 2.4.2.7). Tuttavia, sulla spinta del GPP, le aziende del settore di produzione e recupero dei materiali da costruzione si sono attivate con il ricorso a sistemi di certificazione ambientale di prodotto (EPD, asserzioni ambientali convalidate, schemi di certificazione come ReMade in Italy) e con azioni a livello di filiera, come il progetto del Sistema

Collettivo per l'edilizia EPR (Extended Producer Responsibility) avviato dal Centro Materia Rinnovabile. Le linee strategiche nazionali, tuttavia, trovano poco riscontro nella prassi operativa del settore edilizio, rafforzata invece di recente in altri Paesi. Il quantitativo – probabilmente sottostimato - di rifiuti da costruzione e demolizione prodotti in Italia (53.492.199 t/a nel 2016 [8]) ed il limitato tasso di recupero, ai fini del riciclo ma ancor più del riuso, determinano un ampio margine d'azione per aumentare il livello di resource productivity del sistema delle costruzioni che potrebbe essere spinto da un insieme di misure: "investimenti nella ricerca per continuare ad affinare la qualità dei materiali anche in vista delle loro vite successive; riprogettazione del design delle merci per facilitarne il recupero; rispetto delle direttive europee [...] sull'economia circolare; estensione dei sistemi collettivi che possono assicurare integrazione, economie di scala, rete nel territorio" [9]. In particolare, la cultura tecnologica della progettazione esprime un alto potenziale per la diffusione delle strategie dell'adaptive reuse e del riuso di componenti e materiali, connaturate al peculiare approccio all'intervento sull'esistente, complementari al riciclo e preferibili in base alla Gerarchia Europea dei Rifiuti (art. 4, Dir. 98/2008), ma ancora trascurate, se non ostacolate, dalla normativa nazionale (EoW, sottoprodotti).

Closed-loop building materials. L'innovazione nel processo del progetto sostenibile

In questa prospettiva, il GdR lavora per identificare i passaggi cruciali del processo progettuale, integrato al processo edilizio, nei quali devono intervenire cambiamenti strutturanti in termini di metodo e determinanti esiti innovativi dal punto di vista architettonico, oltre che tecnologico-ambientale. Temi di riflessione emergono la necessità e le modalità di anticipazione delle scelte sui materiali nel processo del progetto; la centralità degli strumenti di supporto progettuale e decisionale per individuare e approvvigionare materiali a basso impatto ambientale e gestirne i dati nel life cycle dell'edificio; la creazione di harvest map come presupposto per il progetto di architettura; i processi di harvesting e stoccaggio per il riuso dei materiali in architettura da parte degli stessi progettisti⁹ (Fig. 1). Alcune recenti esperienze internazionali di ricerca, riversate in attività di didattica e disseminazione in 4 diversi Paesi europei, testimoniano la necessità di un approfondimento guidato dalla ricerca su questi temi. Presso il TU Delft, lo studio belga Rotor ha condotto il Deconstruction Studio¹⁰, un laboratorio progettuale incentrato sul tema dell'off-site reuse, e dunque sulla decostruzione degli edifici finalizzata al riutilizzo dei componenti in altri manufatti edilizi [10], con le sue diverse implicazioni culturali, architettoniche, ambientali, economiche, sociali; la costruzione della Waste House (primo edificio abitativo permanente in Europa realizzato al 90% riutilizzando materiali di scarto) e l'esperienza del Re-use Atlas del Prof. Duncan Baker-Brown [11] dell'University of Brighton (UK); la Urban Mining and Recycling Unit presso l'EMPA Nest in Svizzera, curata dall'arch. Felix Heisel del Karlsruhe Institute of Technology e ETH Zurich (CH); le attività di ricerca e didattica sulla progettazione dei reversible buildings della Prof.ssa Elma Durmisevic [12] dell'University of Twente (NL) nell'ambito del Progetto UE Buildings as Material Banks, finalizzato tra l'altro a sviluppare strumenti compatibili con il BIM per misurare la resource productivity [13]; indagine è il rapporto tra i soggetti della filiera edilizia, come rappresentato dalle sperimentazioni con le filiere produttive regionali condotte in Regione Piemonte attraverso studi di fattibilità su materiali e componenti riciclati e superutilizzati dal Prof. Roberto Giordano del Politecnico di Torino.

Praticabilità dell'opzione tecnica "riuso". Studio di casi

Nelle attività del GdR, allo scopo di desumere fattori chiave trasferibili, è centrale l'analisi e la sistematizzazione delle più significative esperienze internazionali di progettazione e costruzione. Lo studio di progetti realizzati che lavorano sul recupero dell'esistente, strategia primaria per la resource efficiency in architettura, con materiali riutilizzati/riciclati, oppure nuove costruzioni progettate proprio dall'individuazione di flussi di risorse disponibili a scala locale, interpretate come punto di partenza per il processo del progetto ed elemento chiave per il compiuto raggiungimento della sostenibilità ambientale dell'intervento. L'indagine affronta natura, quantità, provenienza, caratteristiche prestazionali dei materiali di recupero; classi di elementi tecnici in cui sono reimpiegati; modalità di messa in opera (ai fini di un futuro disassemblaggio e iterativo recupero); previsti scenari di fine vita utile; principali indicatori ambientali (energia incorporata conservata, emissioni di CO₂ evitate, quantità di materie prime risparmiate).

Il quadro sinottico riportato (Tab. 1) riguarda un gruppo di 9 opere realizzate in 6 paesi, selezionate per alcuni aspetti particolarmente significativi: - il recupero di una Villa storica sul Lago di Como (Superuse Studios César Peeren), per il superuse di materiali di scarto delle industrie locali applicato per la prima volta in Italia ad un edificio vincolato (grazie al progetto, è stata aperta la pagina italiana della piattaforma di mappatura di fonti di materiali di scarto per l'architettura Harvest Map); - la riqualificazione del Matadero di Madrid (ES) (Arturo Franco Office Architecture), per la creatività nel reimpiego in loco delle tegole non più idonee all'uso nell'edificio di archeologia industriale; - il recupero di Casa Solariaga a Toledo (Izaskun Chinchilla) per la varietà di soluzioni per l'impiego di materiali da demolizioni di edifici nell'area locale, nella valorizzazione di un edificio storico; - il recupero dell'edificio in disuso Tropicana a Rotterdam (NL) ai fini della sua trasformazione nell'hub circoale denominato BlueCity, (Superuse Studios), per il ricorso al 90% di materiali raccolti in loco in un'operazione di rigenerazione urbana closed-loop; - la costruzione dell'Upcycle House a Nyborg (DK) (Lendager Arkitekter), per l'essere stato un progetto pionieristico nell'adottare l'upcycling dei materiali a 360°; - la costruzione dell'Afvalbrenstation a Den Haag (NL) (Wessel van Geffen Architects con la consulenza dei Superuse Studios) per l'adozione, per la prima volta su grande scala, di lastre di lamiera tagliate a laser nell'industria automobilistica in componenti di facciata dall'alto valore estetico e prestazionale; - la costruzione del complesso residenziale The Resource Rows a Ørestad (DK) (Lendager Arkitekter), per il riuso di paramenti murari nell'involucro, particolarmente significativo poiché sperimenta per la prima volta l'industrializzazione di un componente da facciata realizzato con moduli di muratura ricavati in loco dal taglio di murature un edificio industriale in disuso (Fig. 2); - la costruzione della Carroll House a NY di Lot-ek (IT/USA), per l'adaptive reuse di oggetti e sistemi industriali (container); - la costruzione degli Upcycle Studios a Ørestad (DK) (Lendager Arkitekter), per la standardizzazione di una serie di soluzioni tecnologiche di riuso già sperimentate nei suddetti progetti degli stessi designer. Il confronto evidenzia in particolare un livello crescente di complessità e varietà di applicazioni dei materiali di scarto, provenienti dalla filiera edile ma non solo, utile a verificare la praticabilità dell'opzione tecnica del riuso, soprattutto nel lavoro dei Lendager

Arkitekter [14]. Tra i progetti succitati, si ritiene utile richiamare, come caso studio emblematico, la Upcycle House dei Lendager Arkitekter, abitazione unifamiliare (Fig. 3), nata dalla volontà di realizzare un edificio modello della strategia dell'upcycling, è stata esaminata con metodo LCA dall'Università di Aalborg (DK) [14] per misurare la riduzione degli impatti ambientali ottenuta con l'upcycling dei materiali, che nel progetto sono elemento caratterizzante dell'intera costruzione. La varietà delle materie, prodotti e componenti impiegati, e l'articolazione delle soluzioni tecnologiche adottate per valorizzarli, rappresenta un repertorio di possibili prassi tecnologiche, adattabili con appropriatezza anche al nostro contesto nazionale, con scelte materiche affini a quelle riscontrabili nei casi spagnoli presentati nel quadro sinottico in Tab. 1.

Conclusioni

Il quadro così delineato permette di porre in rilievo da una parte l'innovazione nel processo del progetto, in relazione alle fasi di ricerca, selezione, raccolta dei materiali. Dall'altra, il livello di potenziali vantaggi ambientali ed economici ottenibili attraverso il riuso, nonché la rispondenza ai requisiti ambientali che nella contemporaneità non sono più volontari, bensì si avviano a divenire strutturanti e, già in parte oggi, cogenti. Le esperienze progettuali e operative di Superuse Studios, Rotor, Lendager Arkitekter, Lot-ek, dimostrando dunque la praticabilità del riuso, diventano un importante riferimento da trasferire in Italia. Tali best-practice evidenziano, quale condizione indispensabile per la valorizzazione degli scarti nel progetto, un'attenta ricerca e selezione dei materiali dalle prime fasi del processo progettuale, attraverso strumenti quali l'harvest map, intesi come presupposto per il progetto di architettura. In tal senso, l'approccio operativo della progettazione tecnologica può contribuire attivamente a definire le modalità di una compiuta applicazione della visione circolare in edilizia. In conclusione, si dimostra come siano necessarie in Italia ulteriori esperienze applicative che consentano di testare le specifiche condizioni di sistema (a favore ed ostacolanti).

NOTE

1. Attività di ricerca condotte a partire dal 2012, tra le quali l'Atlante Inerti Project, <http://atlanteinertiproject.yolasite.com/>.
2. Il Testaccio a Roma, collina prodotta dall'accumulo di contenitori rotti dietro l'area portuale; un cumulo di residui del grande incendio di Londra portato a San Pietroburgo, come materiale da colmata per realizzare la nuova città; il Grande Cretto di Burri a Gibellina, ottenuto rimodellando le macerie del terremoto del 1968; a Berlino, le macerie dei bombardamenti della II G.M., tra gli anni '60-70, amucchiate e trasformate nella collina Teufelsberg, alta 80 m; a Milano, con lo stesso tipo di materiali, si è costruito il Monte Stella al quartiere residenziale sperimentale QT8, progettato da Piero Bottoni ('40).
3. Il reimpiego comporta un'assoluta indifferenza nei confronti dell'originaria funzione del pezzo antico, degradato a materiale da costruzione, occultandone nella muratura le parti decorate o iscritte.
4. Ciascuno di questi due gruppi ha dato luogo - in età moderna e contemporanea - a veri e propri sistemi di mercato su quale si sono sviluppate specifiche pratiche di cantiere.
5. Dal testo di V. Gangemi, *Riciclare in architettura. Scenari innovativi della cultura del progetto, CLEAN, Napoli 2004*, agli esiti della ricerca PRIN "RE_CYCLE ITALY", <http://recycleitaly.iuav.it>, al testo di S. Marini & V. Santangelo, *Ricicli. Teorie da concetti nomadi e di ritorno, Aracne, Roma 2014*, attraverso mostre come *Re-Cycle, MAXXI, 2011-12*.
6. Un'azione di disseminazione sul tema avviata dal GdR con il Seminario "Costruire a zero rifiuti. Prevenzione, upcycling, superuse degli scarti in edilizia", Casa dell'Architettura, Roma, 30.06.2016. Di recente, l'Associazione Giacimenti Urbani, con *Harvest Map Italy*, ha curato la mostra "Biblioteca del riuso: edilizia circolare" a "Fa' la cosa giusta", Milano, 2018.

7. Si veda il Progetto POR FESR 2014-2020 Regione Lazio DECORUM (Demolition & Construction Recycling Unified Management), <https://risorse.sostenibilita.enea.it/projects/decorum>
8. Pagina italiana della piattaforma europea ECESP, <https://circulareconomy.europa.eu/platform/>
9. Si veda ad esempio la serie fotografica "Live from the basement", realizzata da Denis Guzzo nel magazzino di stoccaggio di materiali e componenti di recupero dei Superuse Studios a Rotterdam, <http://www.denisguzzo.com/projects/superuse/>
10. Il Deconstruction Studio ha visto un rilevante Simposio internazionale (Faculty of Architecture and the Built Environment, Delft, 24-25.04.2017), <http://deconstructionconference.nl/>.