POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Schemi di smontaggio / Disassembly schemes - Prefigurazioni di upcycling / Upcycling Prefigurations

Original
Schemi di smontaggio / Disassembly schemes - Prefigurazioni di upcycling / Upcycling Prefigurations / Anelli-Monti, M., Baldi, G., Basileo, G., Famiglietti, G., Fasano, C., Gasparotto, J., Sergi, G., Ramirez, F., Vannini, C., Quan Zhang, W. - In: Upcycling Architecture in Italy. Design Workshop. Risultati / Results / Alberto Bologna, Josep Maria Garcia-Fuentes, Ilaria Giannetti, Gabriele Neri. - ELETTRONICO. - Torino : Politecnico di Torino, 2024. - ISBN 9791281583092. - pp. 62-91

Availability:
This version is available at: 11583/3004833 since: 2025-11-05T11:15:30Z

Publisher:
Politecnico di Torino

Published
DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

20 November 2026

Upcycling Architecture in Italy

Design Workshop
Risultati
Results

a cura di/edited by:
Alberto Bologna
Josep Maria Garcia-Fuentes
Ilaria Giannetti
Gabriele Neri

con/with
Roberto Germanò

Design Workshop
Risultati
Results

Il Design Workshop è stato organizzato nell'ambito del progetto di ricerca "Upcycling Architecture in Italy. Forging and promoting a renewad Building Culture". PRIN 2022 PNRR. Finanziato dall'Unione Europea - Nexyt Generation

The Design Workshop was organised in the frame of the research project "Upcycling Architecture in Italy. Forging and promoting a renewad Building Culture". PRIN 2022 PNRR. Funded by European Union - Nexyt Generation

Upcycling Architecture in Italy
Forging and Promoting a Renewed Building Culture_ P2022KSYY9

Coordinamento scientifico:
Alberto Bologna (Sapienza Università di Roma)
Josep Maria Garcia-Fuentes (Politecnico di Milano)
Ilaria Giannetti (Università degli Studi di Roma Tor Vergata)
Gabriele Neri (Politecnico di Torino)

con
Roberto Germanò (Sapienza Università di Roma)

Docenti Workshop:
Viola Bertini, Alberto Bologna, Roberto Germanò – Sapienza Università di Roma
Antonella Falzetti, Ilaria Giannetti – Università degli Studi di Roma Tor Vergata
Alessandro Benetti, Gabriele Neri, Lorenzo Savio – Politecnico di Torino
Josep Maria Garcia-Fuentes – Politecnico di Milano
Claudia Bernardini – Comune di Tivoli

Contributi scientifici:
Paola Altamura – Sapienza Università di Roma
Serena Baiani – Sapienza Università di Roma
Alfonso Giancotti – Sapienza Università di Roma
Margherita Manfra – Orizzontale
Laura Milan – ComunicArch
Spartaco Paris – Sapienza Università di Roma
Francesco Tajani – Sapienza Università di Roma
Danilo Di Donato – Università degli Studi dell'Aquila

Patrocinio:
Città Metropolitana di Roma Capitale -Dipartimento I - Politiche educative, edilizia scolastica
Servizio I - Progettazione, direzione lavori, manutenzione e ristrutturazione edilizia scolastica.

Partecipanti:
Sapienza Università di Roma:
Michele Anelli-Monti (Dottorando DiAP)
Giuseppe Cerullo (Dottorando DiAP)
Giulia Famiglietti (Dottoranda PNRR_NGEU finanziata dal MUR tramite DM 118/2023 - DiAP)
Carlo Vannini (Dottorando DiAP)

Università degli Studi di Roma Tor Vergata:
Giulio Minuto (Dottorando DICII)
Giulia Sergi (Dottoranda DICII)
Cristian Tolù (Dottorando DICII)

Politecnico di Torino:
Carlotta Fasano (Assegnista DIATI)
Jacopo Gasparotto (Assegnista DAD)
Frank Alexander Ramirez Gaitan (Dottorando PNRR_NGEU finanziato dal MUR tramite DM 118/2023 - DAD)

Politecnico di Milano:
Gino Baldi (Dottorando DAStU)
Wen Quan Zhang (Dottorando DAStU)

Università degli Studi dell'Aquila:
Giulio Basileo (Dottorando DICEAA)

© Politecnico di Torino, 2024, Torino
ISBN 979-12-81583-09-2 / Open source publication

Indice
Summary

7. Lessico
Dictionary

14. Introduzione: un'esperienza di research-by-design per il disassemblaggio e l'upcycling delle componenti di un edificio d'autore
Introduction: a research-by-design exploration for the disassembly and the upcycling of the building components of a modern architecture

26. Il progetto di Barucci
Barucci's design

34. Schemi di disassemblaggio e demolizione
Disassembly and demolition schemes

44. Trasportare, stoccare, trasformare
Transport, store, transform

50. Rilievo laser scanner
Laser scanner survey

52. Heritage BIM
Heritage BIM

54. Parametri di disassemblaggio
Disassembly parameters

62. Schemi di smontaggio
Disassembly schemes

76. Prefigurazioni di Upcycling
Upcycling Prefigurations

92. Analisi economica e finanziaria
Economic and financial analysis

UPCYCLING

AA. VV., Manual of Recycling. Buildings as Sources of Materials, Detail, Calibe 2019, p.216.

«Processing of previously used products or wastes to form products whose quality exceeds that of the original product. An upcycled product is generally used for a more high-value purpose (not down-cycling, not recycling)».

Zatta E., Reuse design project, Tesi Dottorato in Architettura, Città e Design Nuove tecnologie Università Iuav di Venezia, 2021.

«Sono definiti processi di upcycling quelli che implicano i trattamenti di materiali derivanti da attività da costruzione e demolizione (C&D) finalizzati a garantire che il materiale processato conservi quanto più possibile le proprie caratteristiche, al contrario di quanto avviene nei processi di riciclo[30]. Si tratta di un termine dalla definizione non univoca».

[30]Altamura P., 2015. Costruire a zero rifiuti: strategie e strumenti per la prevenzione e l'upcycling dei materiali di scarto in edilizia. Milano: Angeli.

"Upcycling" è la parola dell'anno del Cambridge Dictionary, Wired, 2019, consultato il 13 giugno 2024.

«La parola eletta per il 2019 si differenzia dalla pratica del riciclo in quanto vuole proporre una modalità di risparmio energetico e tutela ambientale ancora maggiore. Se il riciclo richiede più energia e processi di trasformazione, l'upcycling prevede invece un basso energetico pressoché nullo. Non solo, se non tutti i materiali si possono riciclare con efficienza, ovvero il prodotto riciclato risulta di minor qualità di quello originale (si pensi alla carta, ad esempio), l'upcycling vuole proporre un prodotto finale di valore maggiore. E per farlo riduce, di fatto, il costo della produzione».

Altamura P., Gestione eco-efficace dei materiali da costruzione nel ciclo di vita dell'edificio, Tesi Dottorato Università degli Studi di Roma Sapienza, 2012.

«Processo di conversione di un materiale di scarto o di un prodotto che ha esaurito la propria funzione in un nuovo materiale o prodotto caratterizzato da una migliore qualità o da un maggiore valore ambientale. La prima apparizione del termine "upcycling" risale ad un'intervista[484] di Thornton Kay (Salvo) a Reiner Pilz (Pilz GmbH) nel 1994: «"Recycling," he said, "I call it downcycling. They smash bricks, they smash everything. What we need is upcycling where old products are given more value not less."». Il termine si é decisamente diffuso negli ultimi anni, soprattutto a seguito dell'adozione da parte di Michael Braungart e William McDonough all'interno del fondamentale Cradle to Cradle [485] . I due autori hanno appena pubblicato il seguito alla loro prima opera, intitolato appunto The Upcycle: Beyond Sustainability. Designing for Abundance [486], nel quale il chimico e l'architetto portano il concetto ben oltre il semplice riuso dei materiali proponendone l'applicazione ad ogni esperienza progettuale: "To us, upcycling is the most exciting project of all. It's going to take all of us. It's going to take forever. And that's the point."

Definizione dell'autrice:
The practice of recycling material in such a way that it maintains and/or accrues value over time (the opposite of downcycling)».

Fonte: Glossario dell'EPEA (Envi ronmental Protection Encouragement Agency (EPEA) Internationale Umwel tfors chung GmbH) disponibile sul si to web: http://epea-hamburg.org/index.php

Taking a low grade material and turning it into a high grade material, often using human energy.

Fonte: Morgan C., Stevenson F., Design for Deconstruction, SEDA, Scotland, UK, 2005

[484] Thornton Kay, "Salvo in Germany - Reiner Pilz", in SalvoNEWS, n. 99, p.14, ottobre 1994. Disponibile all'indirizzo web: http://www.salvoweb.com/files/salvonews/sn99v3.pdf (05/12).
[485] McDonough W., Braungart M., Cradle to cradle: remaking the way we make things, North Point Press, New York, 2002.
[486] McDonough W., Braungart M., The Upcycle: Beyond Sustainability. Designing for Abundance, North Point Press, New York , 2013.

McDonough W., Braungart M., The Upcycle: Beyond Sustainability. Designing for Abundance, North Point Press, New York , 2013.
This is upcycling: taking Cradle to Cradle and applying it not just to how people design a carpet but how they design a home, a workplace, an industry, a city. Using the Cradle to Cradle framework, we can upcycle to talk about designing not just for health but for abundance, proliferation, delight. We can upcycle to talk about not how human industry can be just "less bad," but how it can be more good, an extraordinary positive in our world.

DOWN-CYCLING

AA. VV., Manual of Recycling. Buildings as Sources of Materials, Detail, Calibe 2019, p.216.

«A substance that can be recovered from processing only in a lesser-quality form is subject to "downcycling". This category includes substances such as concrete, materially reclaimable timber (e.g. unweathered timber and waste woods that have already been reused), and mono-material synthetics, whose utilisation in recycling processes is always associated with loss in quality (≠ recycling, ≠ upcycling).
Example: The use of crushed brick as a plant substrate».

Zatta E., Reuse design project, Tesi Dottorato in Architettura, Città e Design Nuove tecnologie Università Iuav di Venezia, 2021.

«Questo termine, coniato da Thornton Kay, nel 1992[19], viene utilizzato al fine di porre l'accento sugli aspetti poco soddisfacenti, in termini ambientali, del riciclaggio di materiali, ove l'esito degli stessi non sia considerato sufficientemente valido sotto il profilo qualitativo e prestazionale da giustificare gli input di energia e di materie prime necessari per la loro attuazione[20]».

[19] Thornton Kay, "Salvo in Germany - Reiner Pilz", in SalvoNEWS, n. 99, p.14, ottobre 1992. Disponibile all'indirizzo web: http://www.salvoweb.com/files/salvonews/sn99v3.pdf (05/12).
[20] Altamura P., 2015. Costruire a zero rifiuti: strategie e strumenti per la prevenzione e l'upcycling dei materiali di scarto in edilizia. Milano: Angeli.

Altamura P., Gestione eco-efficace dei materiali da costruzione nel ciclo di vita dell'edificio, Tesi Dottorato Università degli Studi di Roma Sapienza, 2012.

«Riciclare un prodotto in uno di livello inferiore, in termini di prestazioni dei materiali o di valore economico.

Definizione dell'autrice:
Il più delle volte il riciclaggio è piuttosto un subriciclaggio che riduce la qualità dei materiali nel tempo.
Fonte: McDonough W., Braungart M., Cradle to cradle: remaking the way we make things, North Point Press, New York, 2002 (tr. it. Dalla culla alla culla. Come conciliare tutela dell'ambiente, equità sociale e sviluppo, Blu Edizioni, Torino, 2003, pp. 48-49, 58-59)

Rilavorare un materiale trasformandolo in un materiale da impiegare in un uso meno rilevante (ad esempio trasformazione di calcestruzzo o laterizio in riempimento per massicciate stradali, trasformazione di legname in truciolare).
Fonte: Sassi P., "Designing buildings to close the material resource loop", in Engineering Sustainability, Proceedings of the Ins ti tution of Civil Engineers, 157, 2004, pp. 163-171 [Traduzione dell'autrice]

The practice of recycling a material without defining its future use(s). This results in greater entropy and therefore a decrease in the value and potential of the material for future uses.
Fonte: Glossario dell'EPEA (Envi ronmental Protection Encouragement Agency (EPEA) Internationale Umwel tfors chung GmbH) disponibile sul sito web: http://epea-hamburg.org/index.php

Taking a high grade material and turning into a low grade material, often using fuel energy.

Fonte: Morgan C., Stevenson F., Design for Deconstruction, SEDA, Scotland, UK, 2005

RECYCLING

AA. VV., Manual of Recycling. Buildings as Sources of Materials, Detail, Calibe 2019, p.216.

«If substances extracted from the breakdown of a product are used for new products at the same level of quality in a practically closed utilisation loop, they are said to have been "recycled". This category includes all closed-loop materials: most notably metals, but also biotic or minerals such as cork or loam. This definition does not include the reintroduction of production wastes, since this is simply the result of processing technique optimisation, or industrial by-products (e.g. FDG gypsum from flue gas desulfurisation plants, granulated slag, fly ash). The product of a recycling process achieves the same qualitative level as the initial product, with negligible loss in performance (≠ downcycling, ≠ upcycling). Recycling reduces the use of primary raw materials and therefore helps conserve resources.
Example: Scrap steel is melted down to form a new steel beam.
VEDI: Recycled content».

Zatta E., Reuse design project, Tesi Dottorato in Architettura, Città e Design Nuove tecnologie Università Iuav di Venezia, 2021.

«Qualsiasi operazione di recupero attraverso cui i materiali di rifiuto sono ritrattati per ottenere prodotti, materiali o sostanze da utilizzare per la loro funzione originaria o per altri fini. Include il ritrattamento di materiale organico ma non il recupero di energia né il ritrattamento per ottenere materiali da utilizzare quali combustibili o in operazioni di riempimento[26]».

[26] Parlamento Europeo, 2008.

ISO-20887_2020, p. 5.

«Recyclability
ability of component parts, materials or both to be separated and reprocessed from products and systems and subsequently used as material input for the same or different use or function.

Recyclable
characteristic of a product or associated component (3.7) that can be diverted from the waste stream through available processes and programmes and can be collected, processed and returned to use in the form of raw materials or products».

Altamura P., Gestione eco-efficace dei materiali da costruzione nel ciclo di vita dell'edificio, Tesi Dottorato Università degli Studi di Roma Sapienza, 2012.

«Rilavorazione di un materiale o di un componente finalizzata a farlo ri-diventare lo stesso materiale o componente (ad esempio riciclo di lastre di copertura metalliche per fare nuove lastre di copertura metalliche, riciclo di un pavimento in gomma per riprodurre un pavimento in gomma, riciclo di calcestruzzo per produrre inerti per calcestruzzo). Fonte: Sassi P., "Designing buildings to close the material resource loop", in Engineering Sustainability, Proceedings of the Institution of Civil Engineers, 157, 2004, pp. 163-171 [Traduzione dell'autrice]

Qualsiasi operazione di recupero attraverso cui i rifiuti sono trattati per ottenere prodotti, materiali o sostanze da utilizzare per la loro funzione originaria o per altri fini. Include il trattamento di materiale organico ma non il recupero di energia né il ritrattamento per ottenere materiali da utilizzare quali combustibili o in operazioni di riempimento.
Fonte: Art. 183 del D.lgs. 152/206 come modificato dal D.lgs . 205/2010.

Presuppone un processo di trattamento all'interno del quale il bene viene destrutturato nei suoi componenti originali e questi vengono sottoposti ad azioni atte a renderli disponibili per la reimmissione in cicli di produzione, in competizione o in collaborazione con materiali vergini. I rifiuti, così trattati, prendono il nome di materie prime seconde.
Fonte: Longo D., Decostruzione e riuso. Procedure e tecniche di valorizzazione dei residui edilizi in Italia, Alinea, Firenze, 2007.

The manufacture of a new product using reclaimed materials, scrap or waste as feedstock.
Fonte: Morgan C., Stevenson F., Design for Deconstruction, SEDA, Scotland, UK, 2005

To take a product/component (e.g. concrete block) and, because of the nature and characteristics of its constituent material, put it through a reprocessing activity. The output will be a material which can then be used in a range of products and applications, including its previous use.
Fonte: ICE (Ins ti tution of Civil Engineers) UK, Demolition Protocol, 2008

Processing waste materials to produce derivative products.
Fonte: Nordby A. S., Salvageability of building materials, Tesi di dottorato, Norwegian University of Science and Technology, Faculty of Archi tecture and Fine Art Department of Architectural Design, His tory and Technology, 2009».

REUSE

AA. VV., Manual of Recycling. Buildings as Sources of Materials, Detail, Calibe 2019, p.216.

«If a product can be used again for its original purpose, it is assigned to the "reuse" category. This category encompasses building materials that are long-lasting, modular or large or for which a market exists or is expected to exist in future. Examples include high-quality timber such as oak, natural stone slabs and glass façade panels, clinker bricks and stable and rot-proof fills such as sand and foam glass gravel».

Zatta E., Reuse design project, Tesi Dottorato in Architettura, Città e Design Nuove tecnologie Università Iuav di Venezia, 2021.

«Riuso (o reimpiego, o riutilizzo).
Dal punto di vista giuridico, è definita come riutilizzo "qualsiasi operazione attraverso la quale prodotti o componenti che non sono rifiuti sono reimpiegati per la stessa finalità per la quale erano stati concepiti"[24]. In tale prospettiva, si tratta di un termine che si applica alle attività di prevenzione dei rifiuti, non alla gestione degli stessi, vincolando inoltre l'elemento alla medesima funzione che ricopriva in precedenza. Il lavoro di ricerca approfondisce in modo esaustivo nei capitoli 3 e 9 le conseguenze di tale definizione.
In questa tesi i termini riuso, reimpiego e riutilizzo sono impiegati in qualità di sinonimi, al fine di identificare le attività che prevedono il recupero di prodotti o componenti edilizi nella loro integrità formale e funzionale, finalizzato a conferirvi una nuova funzione in una differente costruzione, indipendentemente dal fatto che tale funzione sia analoga a quella rivestita in precedenza o differente da essa. All'interno di questo perimetro sono compresi anche i processi di superuse (v.), i quali identificano però un approccio progettuale finalizzato a un uso inedito degli elementi recuperati».

[24] Parlamento Europeo, 2008. Direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive.

Altamura P., Gestione eco-efficace dei materiali da costruzione nel ciclo di vita dell'edificio, Tesi Dottorato Università degli Studi di Roma Sapienza, 2012.

«Azione con cui si dà un nuovo uso ad un componente edilizio precedentemente impiegato in una costruzione o proveniente da altra fonte. Il componente può essere costituito da un singolo elemento (ad esempio un mattone, una lastra in pietra, un perno ligneo, elementi prefabbricati di un solaio in calcestruzzo) o da più elementi di diversi materiali (ad esempio una porta con ferramenta metallica, pannelli compositi per pareti, fondazioni prefabbricate in cemento armato). Il riuso può avvenire senza necessità di lavorazione del componente (come nel caso di scandole in pietra) oppure con significative lavorazioni (come nel caso di componenti dalle quali vanno rimosse vernici o finiture superficiali).
Fonte: Sassi P., "Designing buildings to close the material resource loop", in Engineering Sustainability, Proceedings of the Institution of Civil Engineers, 157, 2004, pp. 163-171 (Traduzione dell'autrice]

Qualsiasi operazione attraverso la quale prodotti o componenti che non sono rifiuti sono reimpiegati per la stessa finalità per la quale erano stati concepiti.
Fonte: Art. 183 del D.lgs. 152/206 come modificato dal D.lgs. 205/2010.

Impiego dell'elemento costruttivo nella sua forma e costituzione originale dopo aver subito adeguati controlli e verifiche di qualità e funzionalità. [...] Corrisponde generalmente ad una valorizzazione ad un alto livello di qualità. I semilavorati e componenti di elementi costruttivi possono essere reimpiegati tal quali o previo trattamento.
Fonte: Longo D., Decostruzione e riuso. Procedure e tecniche di valorizzazione dei residui edilizi in Italia, Alinea, Firenze, 2007, schede terminologiche

Buildings/infrastructure, products, components etc. recovered for use without reprocessing activities or alterations to their characteristics. In situ reuse could refer to the refurbishment of a building, involving the reuse of the steel frame, without any disassembly. Ex situ reuse is synonymous with reclamation, and involves the disassembly or removal of products/components prior to their reuse.
Fonte: ICE (Institution of Civil Engineers) UK, Demolition Protocol, 2008

The use of reclaimed materials for their original purpose.
Fonte: Morgan C., Stevenson F., Design for Deconstruction, SEDA, Scotland, UK, 2005

New utilization of a product in its original form.
Fonte: Nordby A. S., Salvageability of building materials, Tesi di dottorato, Norwegian University of Science and Technology, Faculty of Architecture and Fine Art De partment of Archite ctural Design, History and Technology, 2009

ISO-20887_2020, p. 5.

«Reusability
ability of a material, product, component (3.7) or system to be used in its original form more than once and maintain its value and functional qualities during recovery to accommodate reapplication for the same or any purpose

Re-use
use of products or components (3.7) more than once for the same or other purposes without reprocessing».

AA. VV., Reuse in Construction. A Compendium of Circular Architecture, Hardback, 2022

«reuse like wiederverwendung defines an umbrella term for the reuse of dismantled components, independent of changes of use, quality standards, or its implicit meaning. This establishes a name for the reuse of building components without having to make an a priori judgement, which a differentiation of context would require (parity in terms of economy, environmental impact, design, cultural significance), and it is almost impossible in practice, as building components usually fulfil several functions. (example, interior doors are being used again as internal doors. However, at their first installation site, they had to meet fire protection requirements. Their new usage no longer requires this-so, are they still being used for the same function?) often difficult to come to a clear judgement about the parity and equivalence of functions».

SUPERUSE

AA. VV., Manual of Recycling. Buildings as Sources of Materials, Detail, Calibe 2019, p.216.

«SUPERUSE (Riuso creativo)
Si definisce come superuse un processo di recupero innovativo degli oggetti considerati di scarto, che mira a conservarne il più possibile l'integrità proponendosi, dunque, come alternativa più conveniente del riciclo sia sotto il profilo ambientale che dal punto di vista dell'economia circolare. L'ambito di applicazione delle pratiche di superuse ricade nel perimetro del reimpiego, ma vede coinvolti esclusivamente i prodotti e componenti che vengono riutilizzati per una funzione differente da quella rivestita in precedenza. Ciò avviene per mezzo di un approccio progettuale creativo, che opera la ricerca e la selezione di tali elementi individuandovi delle potenzialità che ne permettono un utilizzo inedito, spesso inserito in un contesto differente da quello originario[27].».

[24] Altamura P., 2015. Costruire a zero rifiuti: strategie e strumenti per la prevenzione e l'upcycling dei materiali di scarto in edilizia. Milano: Angeli.

Altamura P., Gestione eco-efficace dei materiali da costruzione nel ciclo di vita dell'edificio, Tesi Dottorato Università degli Studi di Roma Sapienza, 2012.

«Superuse is not simply another word for reuse. Indeed it occasionally may involve the application of new products or parts that have never been used for anything but have simply fallen victim to the whims of overproduction. Superuse rather is a way of creating architecture by shortcutting the flow of products and elements from their state of maximum added value to the stage at which value has either been dissipated, by storing them in a warehouse or dumping them on some landfill, or been broken down in order to be able to recreate it all over again.
Fonte: Jongert J., Peeren C., Van Hinte E., Superuse: Constructing New Architecture by Shortcutting Material Flows, Oio Publishers, Rotterdam, 2007».

1976

Ad Lansink NL
Hierarchy of waste handling measures

1. Reduce
2. Reuse
3. Recycle
4. Incinerate with energy recovery
5. Incinerate
6. Send to Landfill

1994

Thornton Kay
Salvo in Germany - Reiner Pilz

“Recycling,” he said, “I call it downcycling. They smash bricks, they smash everything. What we need is upcycling where old products are given more value not less.”

2000

TU Delft
Delft ladder

1. Prevention
2. Object renovation
3. Element reuse
4. Material reuse
5. Useful application
6. Immobilisation with useful application
7. Immobilisation
8. Incineration with energy recovery
9. Incineration
10. Landfill

C.F. Hendriks, Nationaal congres Bouw-en Sloopafval, kwaliteit in de keten (Rotterdam: Nederlands studiecentrum, 2000);
B. J. H. te Dorsthorst, T. Kowalezyk, C. F. Hendriks, and J. Kristinsson, ‘From Grave to Cradle: Reincarnation of Building Materials’, in Proceedings of International Conference on Sustainable Building 2000 (Maastricht, 2000).

2024

UP+IT Workshop
How To Disassemble a Building?

English-language technical literature

reuse or re-use
the reutilization of components, irrespective of their function on the new site.

recycling
the mere recovery of materials with loss of form.

Bill Addis, Building with Reclaimed Components and Materials: A Design Handbook for Reuse and Recycling (New York: Routledge, 2006);

Duncan Baker-Brown, The Re-use Atlas: A Designer’s Guide towardsa Circular Economy (London: RIBA Publishing, 2017).

French-language technical literature

recyclage
analogously to the English recycling for the recycling of building materials with loss of form.

réutilisation
analogously to the English reuse with retention of form and the same function

réemploi
analogously to the English reuse with retention of form for another function

récupération
umbrella term for the reuse of obsolete building fabric

Jean-MarcHuygen, La poubelle et l’architecte: Vers le réemplol des matériaux (Arles: Actes Sud, 2008);

Julien Choppin and Nicola Delon (eds.), Matière grise: Matérlaux/ réemplol/architecture (Paris: Edition du Pavillon de l’Arsenal, 2014);

Michaël Ghyoot, Lionel Devlieger, Lionel Billiet, and André Warnier, Décon-struction et réemplol: Comment faire circuler les éléments de construction (Lausanne: EPFL Press, 2018).

German-language technical literature

verwertung
is used in its original sense as meaning the recycling of building materials and components back into the materials cycle if this involves a loss of form (recycle/ downcycle)

wiederverwertung
building materials and components back into the same production process (≙ recycle)

weiterverwertung
recycling of building materials and components in another production process with inferior results (≙ downcycle)

wiederverwendung
reuse for the same purpose (≙ reuse)

weiterverwendung
reuse for another, inferior purpose (≙ downuse)

There is no neutral, non-judgemental umbrella term for the reuse of building components with retention of form

Annette Hillebrandt, Petra Riegler-Floors et al., Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource (Munich: Detail, 2018);

Daniel Stockhammer (ed.), Upcycling: Wieder-und Weiter-verwendung als Gestaltungsprinzip in der Architektur (Zurich: Triest, 2020).

History of art literature

In addition to the purely material-centric naming of circular processes, the reuse of building materials and components has long been a focus of research in the history of art and architecture.

spolia
(Lat. ‘spoils’: repurposed building fragments) has come to the fore, as it is closely linked to the origin and significance of building components. Various distinctions are drawn in the technical literature, depending on the places of origin and use.

wiederverwendung
is employed as a neutral umbrella term for the reuse of building materials.

Stefan Altekamp, Carmen Marcks-Jacobs,and Peter Seiler (eds.), Perspektiven der Spolienforschung 1. Spoliierung und Transposition, Berlin: De Gruyter, 2013;

Hans-RudolfMeier, Spolien: Phänomene der Wiederverwendung in der Architektur (Berlin: Jovis, 2020).

Upcycle, Downcycle, Recycle e Reuse
Tabella di associazioni significati-significanti

	Energia - CO_2 Footprint Costo ambientale	Valore Attribuzione di qualità	Trasformazione Trasformazione dell’oggetto
Upcycle	Non comporta ulteriore dispendio di energia, fatte salve le operazioni di smontaggio, trasporto e rimontaggio	Avviene il conferimento di un nuovo inedito valore tramite processo di risignificazione.	Gli elementi costruttivi non subiscono processi distruttivi di trasformazione. L’oggetto rimane identificabile alla fine del processo.
Downcycle	Comporta un dispendio di energia per il processo di trasformazione.	Decadimento del valore complessivo	Gli elementi costruttivi vengono trasformati irreversibilmente in sottoprodotti
Recycle	Comporta un dispendio di energia per il processo di trasformazione.	Vengono prodotti nuovi oggetti differenti da quelli immessi nel processo di riciclo, il valore dipende dagli output	Gli elementi costruttivi vengono traformati irreversibilmente in nuovi prodotti (loss of form)
Reuse	Non comporta ulteriore dispendio di energia, fatte salve le operazioni di smontaggio, trasporto e rimontaggio	Il valore viene mantenuto	Gli elementi costruttivi non subiscono processi distruttivi di trasformazione. L’oggetto rimane identificabile alla fine del processo.

Introduzione

Un’esperienza di research-by-design per il disassemblaggio e l’upcycling delle componenti di un edificio d’autore

Introduction

A research-by-design exploration for the disassembly and the upcycling of the building components of a modern architecture

Testo/Text Alberto Bologna, Ilaria Giannetti

Questo volumetto presenta una ricerca avviata a marzo 2024 coll’intento di definire un processo progettuale che, inserito nel più ampio orizzonte dell’ottimizzazione delle risorse nel settore delle costruzioni, è finalizzato alla concezione di componenti edilizie rigenerate ed esito dello smontaggio e decostruzione selettiva di un edificio esistente, attraverso specifiche azioni riferibili alle pratiche del DfD-Design for Disassembly e dell’upcycling.

Si tratta di un approccio al progetto d’architettura che, sviluppato secondo il criterio cradle-to-cradle, fonda le sue radici metodologiche sul concetto di tettonica: intesa generalmente, a partire dalla metà dell’Ottocento, quale arte dell’assemblaggio, nel caso specifico della messa in campo di un processo finalizzato all’upcycling delle componenti di un edificio da decostruire, la tettonica prende invece, qui, l’accezione “dell’arte del disassemblaggio”.

Con queste premesse, il lavoro ha assunto, nel suo svolgersi, la forma di una vera e propria research-by-design, i cui presupposti teorici hanno trovato pragmatiche applicazioni riferite all’attività progettuale condotta su di un caso di studio reale, appositamente selezionato. Considerando la tettonica quale principio metodologico fondativo alla base del processo di progettazione seguito per la rigenerazione edilizia, sono stati, quindi, gli studi afferenti al campo della construction history a definire i metodi analitici adottati per la comprensione dei fattori progettuali, costruttivi e materiali che caratterizzano l’edificio oggetto di studio. Ma non solo: è intorno al ruolo compositivo del giunto - elemento costruttivo attraverso cui è reso manifesto il concetto di tettonica nell’architettura moderna - che sono maturate le riflessioni connesse alla progettazione delle componenti rigenerate, esito di un pianificato processo di upcycling.

La scelta del caso di studio è stata l’esito di una combinazione di considerazioni, strettamente connesse all’obiettivo di una ricerca che, al contempo, facesse tesoro dello stato dell’arte della letteratura accademica già esistente su questi temi, ma che consentisse pure un avanzamento della conoscenza, tanto nei temi affrontati quanto negli approcci metodologici. In questo senso, la volontà di operare un progetto di rigenerazione dei componenti del patrimonio edilizio a seguito di azioni di DfD e di upcycling su di un edificio “d’autore” ma non soggetto ad un vincolo specifico per la sua manutenzione futura da parte delle Istituzioni culturali e di governo del territorio (tematica, ad oggi, ancora ampiamente da esplorare nel quadro delle esperienze progettuali e di ricerca già operate in Italia e all’estero attraverso azioni di DfD e di upcycling), ha

This booklet presents a research, started in March 2024, whose objective is the definition of a design process, aimed, in the wider context of the optimization of resources in the construction sector, at conceiving regenerated building components obtained from disassembling and selective construction of an existing building, through actions consistent with the practice of DfD-Design for Disassembly and upcycling.

The methodology of the proposed approach developed according the cradle-to-cradle principle, pivots on the concept of tectonics. Generally meant, since mid 1800s, as the art of the assembly, in the specific case of the definition of a process aimed at the upcycling of the components of existing building to be dismantled, tectonics can be defined as “the art of disassembly”.

Based on these premises, along its development, the work acquired a research-by-design form, through the practical application of its theoretical foundations to the design of a purposely selected real case study. By adopting the tectonics as the main methodological principle on which the adopted design process for building regeneration, construction history studies provided the analytical methods employed to understand the design, construction and material factors that characterize the building under study. Furthermore, the joint, building element substantiating the concept of tectonics in modern architecture, had a pivotal role in stemming the considerations concerning the design of the regenerated components, as a result of a planned upcycling process.

The choice of the case study – the ITIS Volta School Institute in Tivoli, designed by the BDS studio, led by the architect Pietro Barucci – combines the main objectives of the research, considering, at the same time, the state-of-the-art existing academic literature and the aim of advancing knowledge, both in the topics addressed and in the methodological approaches.

In this sense, the case study reflects the intention to widen the practices of the regeneration of the components of the built heritage, as a result of DfD and upcycling, considering a modern architecture, designed by a well-known architect, but still free of specific constraints related to its maintenance by cultural and land-government institutions - thematic to date, which is still largely to be explored in the framework of the design and research practices related to DfD and upcycling actions in the international community. Furthermore, the selected building represents a significant case study to contextualize the theoretical and design approach notably to the heritage of Italian construction in the second half of the XXth Century,

portato all'individuazione dell'Istituto scolastico ITIS Volta di Tivoli, opera di un gruppo di progettazione guidato dall'architetto romano Pietro Barucci. Inoltre, l'edificio selezionato rappresenta un caso studio particolarmente significativo per contestualizzare l'esperienza teorica e progettuale segnatamente al patrimonio della costruzione italiana del secondo Novecento, con specifico riferimento al segmento delle architetture industrializzate, la cui concezione tettonica si fonda esplicitamente sul processo di assemblaggio.

La sinergia messa in campo con l'architetto Claudia Bernardini del Comune di Tivoli, operata nel quadro della viva collaborazione scientifica che sussiste tra questa Municipalità e il DiAP-Sapienza Università di Roma, ha agevolato lo studio dell'edificio, oltre che l'accesso ai documenti d'archivio in esso conservati. Allo stesso tempo, il supporto offerto dalla struttura tecnica di Città Metropolitana di Roma Capitale, incaricata della gestione dell'edificio, ha permesso di costruire una cornice operativa rivolta ad estendere la cultura dell'upcycling negli attuali processi di conoscenza, conservazione e valorizzazione del patrimonio degli edifici scolastici del secondo Novecento, attualmente in gestione dell'Ente.

La ricerca qui presentata è stata dunque sviluppata attraverso un'esperienza pedagogica multidisciplinare, svolta tra marzo e settembre 2024, coordinata dai quattro Responsabili di Unità del PRIN 2022 PNRR Upcycling Architecture in Italy e resa possibile dall'attiva partecipazione di un motivatissimo gruppo di lavoro, formato da tredici dottorandi e assegnisti di ricerca afferenti a Sapienza Università di Roma, Università degli Studi di Roma Tor Vergata, Politecnico di Torino, Politecnico di Milano e Università degli Studi dell'Aquila, oltre che di docenti e professionisti che hanno partecipato a vario titolo, nel corso di questi mesi, con lezioni e revisioni.

Il processo analitico e progettuale presentato nel volumetto è così l'esito della messa a sistema di competenze differenti, che afferiscono agli ambiti della progettazione architettonica e tecnologica, alla storia dell'architettura e della costruzione, all'estimo e alla rappresentazione digitale: in questo modo, lo studio presentato è in grado di aprire a ulteriori e future frontiere di ricerca che includono temi e questioni (sia sul piano teorico quanto su quello più pragmaticamente operativo) inerenti alla conoscenza, tutela e valorizzazione futura del patrimonio (il cosiddetto heritage) che, nel caso di un edificio come l'ITI Volta di Tivoli, toccano tanto la sfera materiale del manufatto architettonico, quanto quello immateriale connesso al mantenimento della memoria delle idee alla base delle soluzioni costruttive, anche appositamente brevettate, che hanno guidato, a suo tempo, le scelte progettuali di Barucci e dei suoi collaboratori.

with specific reference to the cluster of industrialized architecture, whose design grounds on tectonics as the process of assembling.

The collaboration with architect Claudia Bernardini of the Municipality of Tivoli, operated within the framework of the lively scientific partnership between this Municipality and the DiAP-Sapienza University of Rome, has facilitated the study of the building, as well as access to the archival documents preserved in it. At the same time, the support offered by the technical office of Città Metropolitana di Roma Capitale, in charge of the management of the analyzed building, has allowed the construction of an operational framework aimed at extending the culture of upcycling in the current processes of knowledge, conservation, and valorization of the late-XXth Century school buildings under the management of this Local Authority.

The presented research was thus developed through a multidisciplinary pedagogical experience, carried out between March and September 2024, coordinated by the four Associated Investigators of the research Upcycling Architecture in Italy (PRIN 2022 PNRR), and made possible by the active participation of a highly motivated team made up of thirteen PhD students and research fellows belonging to the Sapienza University of Rome, University of Rome Tor Vergata, Politecnico di Torino, Politecnico di Milano and University of L'Aquila, as well as academic researchers and professionals who participated, with scientific seminars and reviews during these months.

The analytical and design process presented in this booklet is thus the outcome of the systemization of different theoretical and technical expertise, which pertain to architectural and technological design, architectural and construction history, surveying, and digital representation. In this way, the presented study opens up further and future frontiers of research that include questions (extended to both theory and practice) related to the knowledge, protection, and future valorization of the built heritage. In this sense, in the case of the ITI Volta building in Tivoli, the process of knowledge, protection, and future valorization includes, beyond the material domain of the architectural artifact, the intangible values concerning the preservation of the memory of the ideas that guided, at the time, the design choices of Barucci and his collaborators (such as, for example, constructive solutions protected by industrial patents).

With this approach, disciplinary boundaries found their strength in being able to spontaneously dissolve in the unfolding of a DfD and upcycling project, founded, however, on the sharing, by the entire working group, of a design culture, strictly focused on construction (Baukultur). In this sense, the study remarks, once again,

Con questo approccio, i confini disciplinari hanno trovato la loro forza nel potersi spontaneamente dissolvere nello svolgersi di un progetto di DfD e di upcycling, fondato però sulla condivisione, da parte dell'intero gruppo di lavoro, di una cultura progettuale rigorosamente incentrata sulla costruzione (Baukultur). In questo senso, lo studio dimostra, ancora una volta, che la costruzione, se non viene confinata alla sola sfera tecnica, può diventare anche un penetrante strumento metodologico per l'analisi dell'architettura, supportato, nell'ambito del progetto, dal dispositivo operativo del concetto di tettonica (qui, appunto, ribaltato nella sua accezione di "arte del disassemblaggio").

Con l'obiettivo di mettere questo lavoro a disposizione della collettività, e con l'ambizione di trasformarlo in un progetto-pilota da cui trarre indicazioni teoriche e operative, per la rigenerazione materiale del patrimonio della costruzione moderna, il gruppo di lavoro ne ha basato i presupposti sui principali riferimenti normativi che trattano i temi del DfD e dell'upcycling a livello nazionale ed europeo. La ricerca è stata, così, avviata sulla base delle indicazioni e prescrizioni presenti nelle due diverse versioni dei Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici (CAM) del 6 novembre 2017 e del 6 agosto 2022, nelle Prassi di riferimento UNI/PdR 75:2020 Decostruzione selettiva – Metodologia per la decostruzione selettiva e il recupero di rifiuti in un'ottica di economia circolare, oltre che nel testo della normativa ISO 20887 Sustainability in buildings and civil engineering works – Design for disassembly and adaptability – Principles, requirements and guidance.

Sulla base di questi presupposti, l'attività pedagogica è stata condotta in forma seminariale, attraverso un Design Workshop (attività già prevista nel quadro del progetto PRIN 2022 PNRR), organizzato e svolto in tre fasi:

- Fase preliminare (marzo-giugno 2024): ricerca sulla storia della costruzione dell'edificio considerando le fonti primarie della bibliografia dell'epoca e dalla documentazione d'archivio, con specifico riferimento al Fondo Barucci e a quello dell'Ufficio Brevetti e Marchi conservati presso l'Archivio Centrale dello Stato di Roma (A.C.S.) e all'archivio dell'ITI Volta di Tivoli; processo di conoscenza del manufatto esistente (effettuato attraverso sopralluoghi, rilievi e restituzione BIM degli stessi); studio dello stato dell'arte inerente alle ricerche e alle esperienze pedagogiche già prodotte ed effettuate a partire dalla messa in campo di processi di DfD e upcycling;

- Workshop di progettazione (17-21 giugno 2024 presso Sapienza Università di Roma): sistematizzazione del

that construction, if it overcomes the technical domain, can also become an insightful methodological tool for the analysis of architecture, supported, in the context of the project, by the operative apparatus of the concept of tectonics (here, indeed, reversed in its meaning of "art of disassembly").

Aiming to share this work in the public domain as a pilot project for the material and cultural regeneration of modern construction heritage, the research grounds on the regulatory references that deal with the issues of DfD and upcycling at the national and European levels. The research was thus started on the basis of the indications and prescriptions present in the two subsequent editions of the Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici, renovation and maintenance of public buildings (CAM), published, respectively, the 6th November 2017 and 6th August 2022, in the reference practices UNI/PdR 75:2020 Decostruzione selettiva – Metodologia per la decostruzione selettiva e il recupero di rifiuti in un'ottica di economia circolare, as well as in the text of the ISO 20887 Sustainability in buildings and civil engineering works – Design for disassembly and adaptability – Principles, requirements and orientation.

Based on these assumptions, the pedagogical activity was conducted in seminar form, through a Design Workshop (activity already planned in the framework of the PRIN 2022 PNRR project), organized and carried out in three phases:

- Preliminary phase (March-June 2024): research on the history of the construction of the building considering the primary sources of the bibliography of the time and the archive documentation, with specific reference to the Barucci archival fund and that of the Patent and Trademark Office preserved at the Central State Archive of Rome (C.S.A.) and the archive of the ITI Volta of Tivoli; direct knowledge of the artifact (carried out through architectural surveys and BIM restitution); study of the state-of-the-art inherent to the research and pedagogical experiences already produced and carried out starting from the implementation of DfD and upcycling processes;

- Design workshop (17-21 June 2024 at Sapienza University of Rome): systematization of the analysis process conducted on the existing building and start of the upcycling project. A research-by-design process was conducted through the simultaneous (and, as a consequence, multidisciplinary) development of three macro-themes:

1. Analysis of the site of the school in Tivoli and organization of the construction site area;

processo di analisi condotto sul manufatto esistente e avvio del progetto di upcycling. È stato condotto un processo di research-by-design attraverso lo sviluppo simultaneo (e, come ovvia conseguenza, multidisciplinare) di tre macro-tematiche:

1. Analisi del sito su cui è localizzata la scuola a Tivoli e organizzazione dell'area di cantiere;

2. Analisi, modellazione BIM e ridisegno della struttura portante e dell'involucro della scuola;

3. Progetto di smontaggio e prefigurazioni di riassemblaggio delle diverse componenti a seguito di un processo di upcycling che include un'analisi economico-finanziaria dell'operazione.

- Sistematizzazione finale della ricerca (luglio-settembre 2024), con l'obiettivo di presentarne gli esiti alla comunità professionale e accademica operante nell'ambito del di DfD e upcycling invitata a prendere parte al simposio internazionale Upcycling and Architecture in Europe. Towards a New Building Culture (20-21 settembre 2024 presso Politecnico di Milano).

Il vivo interesse dimostrato dalla Municipalità di Tivoli, abbinato al patrocinio ricevuto per questa attività dalla Città Metropolitana di Roma Capitale, rende il processo progettuale illustrato in questo volumetto un'esperienza ancora in divenire e che ha, per ora, senz'altro il merito di aver creato maggiore consapevolezza nelle Istituzioni di governo del territorio del potenziale trasformativo (oltre che del valore economico e culturale) di un patrimonio edilizio invece tradizionalmente destinato a divenire, alla fine del suo ciclo-vita, fastidiosa maceria da smaltire.

2. Analysis, BIM modeling, and redesign of the load-bearing structure and the envelope of the school;

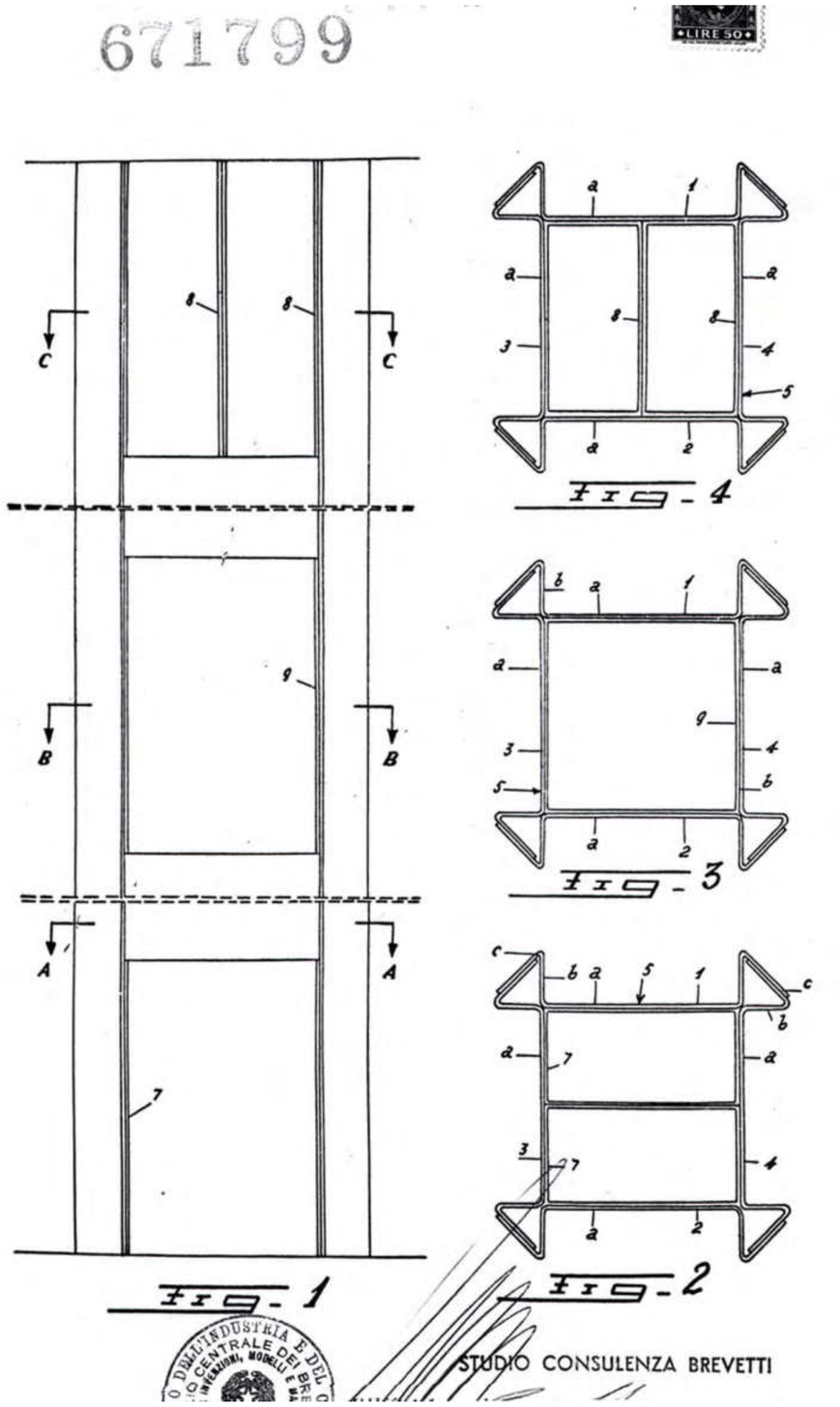
3. Design the disassembly process and the reassembly of the different building components according to upcycling principles, including an economic-financial analysis of the operation.

- Systematization the research-by-design outcomes (July-September 2024) to present them within the professional and academic community operating in DfD and upcycling related fields, invited to the international symposium Upcycling and Architecture in Europe. Towards a New Building Culture (20-21 September 2024 at Politecnico di Milano).

The keen interest shown by the Municipality of Tivoli, combined with the patronage received for this activity from the local authority of the Città Metropolitana di Roma Capitale, transforms the research-by-design process, illustrated in this booklet, in still-in-progress work, activating awareness of the transformative potential (as well as the economic and cultural value) of a building heritage which is instead destined to become, at the end of its life cycle, annoying waste.

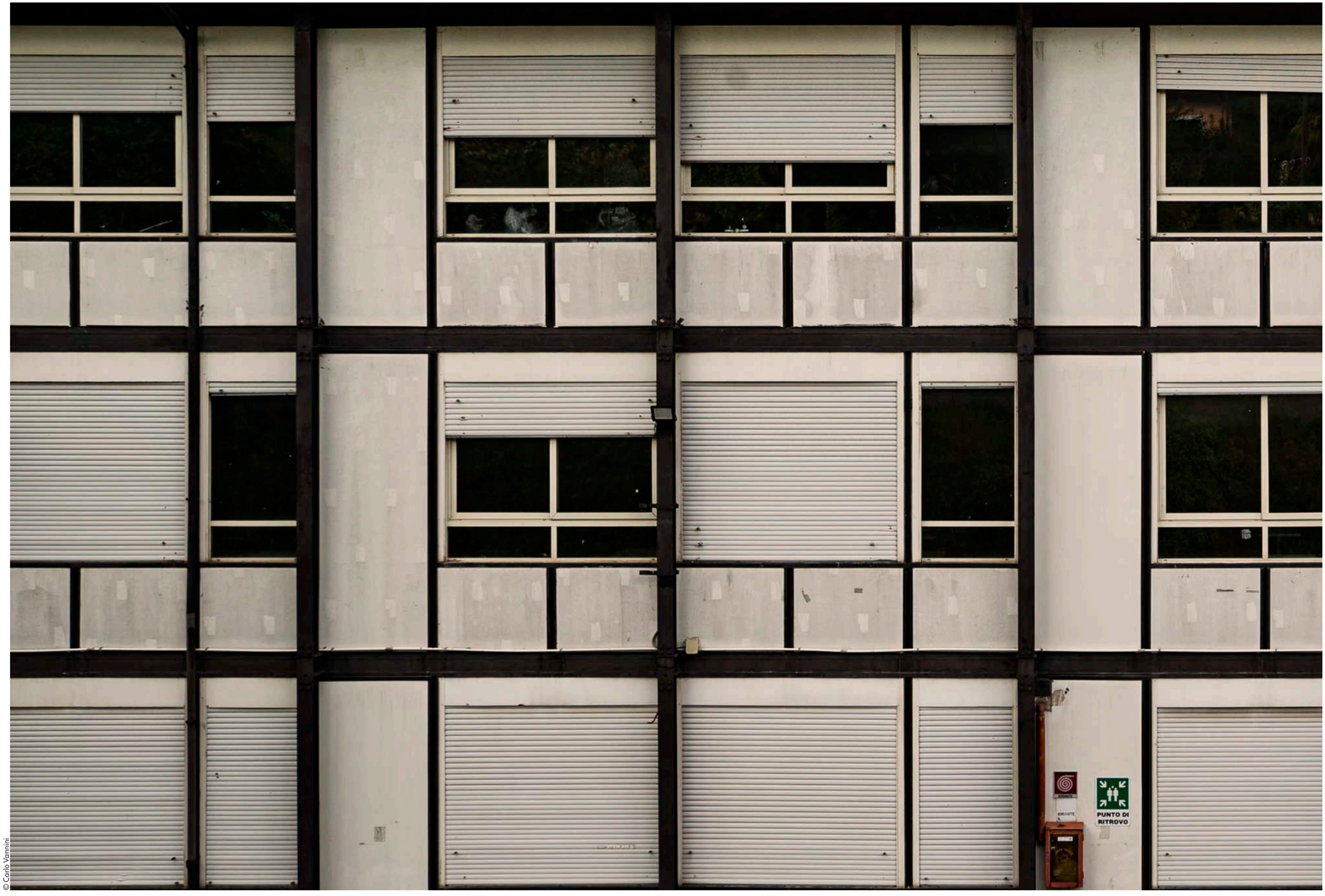
Nella pagina accanto, porzione della facciata principale dell'Istituto Volta di Tivoli. Nella pagina seguente, dettaglio del sistema strutturale prefabbricato visibile in facciata.

Facing page: portion of the main façade of the Volta Institute in Tivoli.
On the following page, detail of the prefabricated structural system visible on the façade.



Tecnosider spa, "Elemento fondamentale per la realizzazione di costruzioni edili ad elementi prefabbricati con particolare impiego di materiale metallico", brevetto n. 671799, registrato il 12 luglio 1962 (Archivio Centrale dello Stato, Fondo Ufficio Italiano Brevetti e Marchi).
Il brevetto è stato reperito e analizzato nell'ambito del progetto di ricerca per la valorizzazione dei "brevetti di architettura" nel fondo Ufficio Italiano Brevetti e Marchi condotto congiuntamente dal Dipartimento di Architettura e Progetto (DiAP) di Sapienza Università di Roma (responsabile A. Bologna), dal Dipartimento di Ingegneria Civile e Ingegneria Informatica (DICII) dell'Università degli Studi di Roma Tor Vergata (responsabile I. Giannetti), in collaborazione con l'Archivio Centrale dello Stato.

Tecnosider spa, "Elemento fondamentale per la realizzazione di costruzioni edili ad elementi prefabbricati con particolare impiego di materiale metallico", patent n. 671799, filed on 12th July 1962 (Archivio Centrale dello Stato, Fondo Ufficio Italiano Brevetti e Marchi).
The patent was collected and analyzed within the research project to valorize the archival documents related to "Patents for Architecture" conserved in Italian Patent and Trademark Office archives. The Department of Architecture and Project (DiAP) of the Sapienza university of Rome (coordinator A. Bologna), the Department of Civil Engineering and Computer Engineering (DICII) of the university of Rome Tor Vergata (coordinator I. Giannetti), in collaboration with the Italian Central State Archives, jointly conducts this research project.



© Carlo Vannini



© Carlo Vannini

L'ingresso della scuola.

The school's entrance.



© Carlo Vannini

Facciata principale della palestra.

Main façade of the gymnasium. .



© Carlo Vannini

Immagine verso il cortile interno del plesso scolastico.

Towards the inner courtyard of the school complex.



© Carlo Vannini

Retro della palestra.

Back of the gymnasium.



© Alberto Bologna

Nodo trave-pilastro della facciata principale.

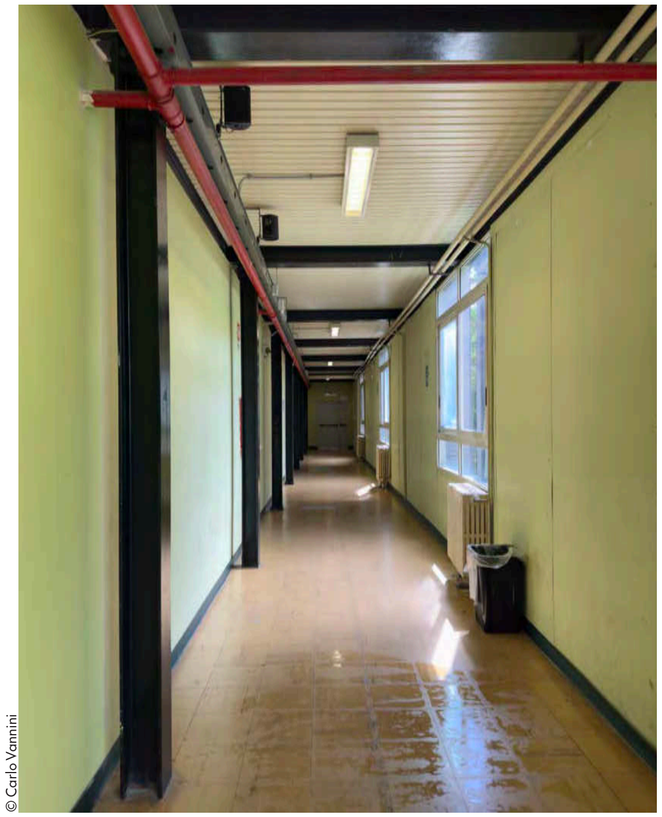
Beam to pillar node of the main façade.



© Carlo Vannini

Nodo pilastro-solaio.

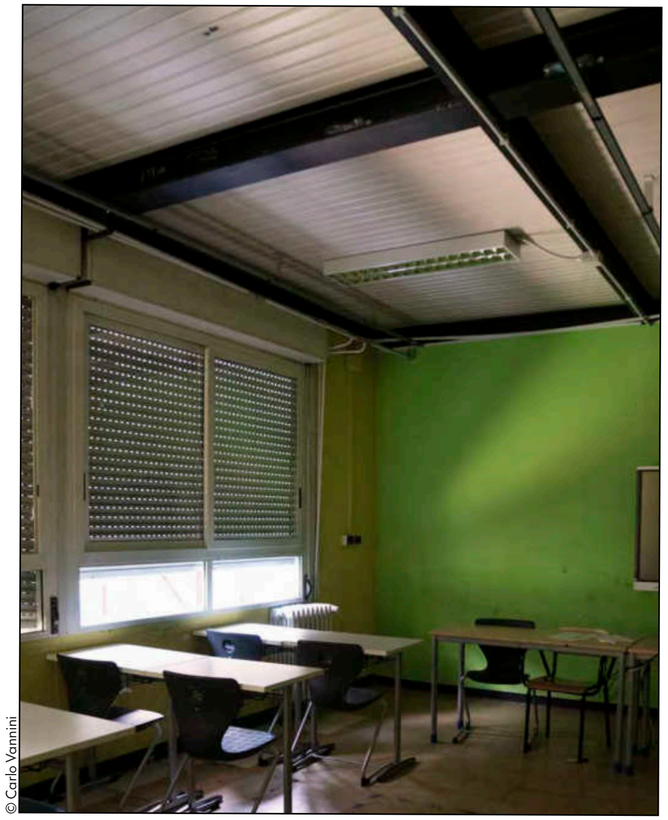
Slab to pillar node.



© Carlo Vannini

Immagine del sistema distributivo delle aule.

Image of the classroom distribution system.

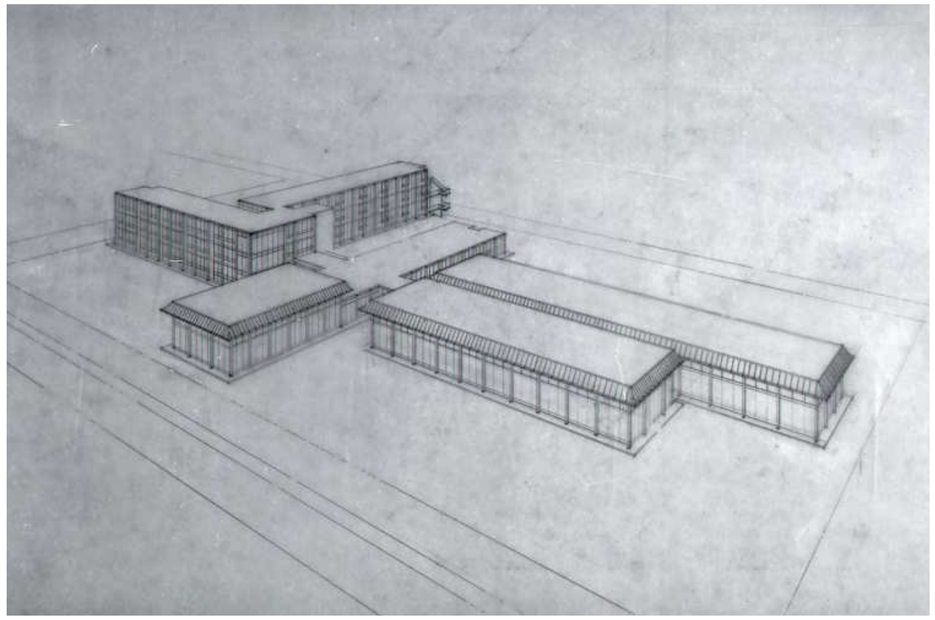


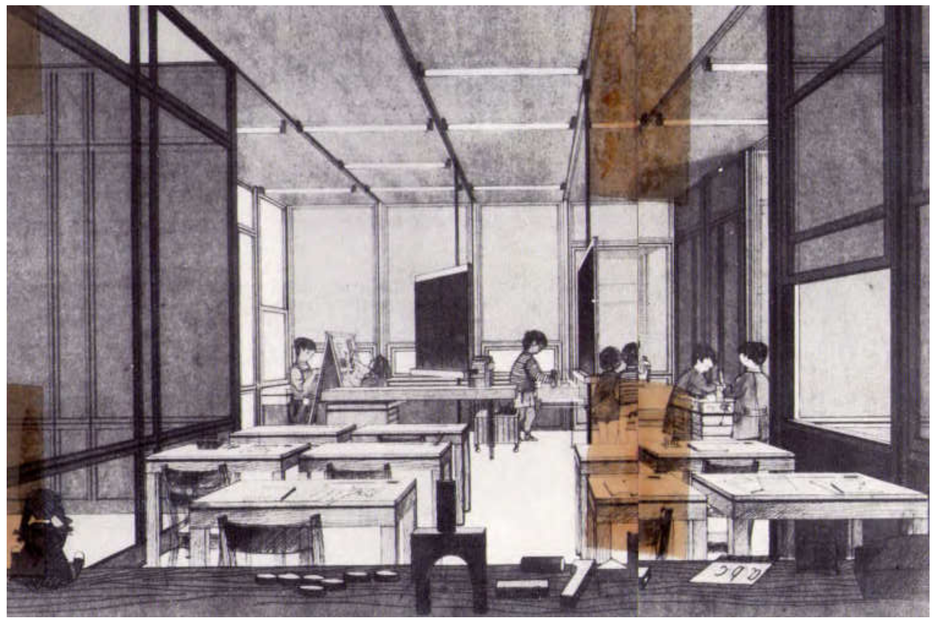
© Carlo Vannini

Immagine degli interni di un'aula.

Interior of a classroom.

Il progetto di Barucci
Barucci's design





Vedute prospettiche (scansioni A.C.S.).

Perspective views (scans from C.S.A.).

Testo/Text Roberto Germanò

L'edificio in esame è parte di una piccola serie di scuole realizzate dall'impresa romana Tecnosider negli anni '60 nell'ambito dei programmi nazionali per l'edilizia scolastica industrializzata coordinati dal Ministero della Pubblica Istruzione. Il sistema costruttivo Tecnosider – a scheletro metallico e pannelli leggeri prefabbricati – è disegnato dagli architetti Pietro Barucci, Beata Di Gaddo e Ugo Sacco, riuniti nello studio BDS, con la collaborazione dell'architetto Giovanni Barucci.

Questo sistema è caratterizzato da uno speciale "nodo di assemblaggio" tra i pannelli di facciata: il nodo, protetto da un brevetto depositato nel 1962, è costituito da quattro profili metallici estrusi, accoppiabili tra loro, con sagomature per il fissaggio "a scatto" dei pannelli parete. Anche la struttura portante in acciaio, composta da elementi normalizzati, presenta elementi autoriali: uno speciale giunto tra i pilastri e le travi, interamente bullonato e smontabile, e solai in lamiera grecata, costituiti da elementi modulari assemblabili.

Il sistema è scandito da un rigoroso coordinamento dimensionale basato su un modulo di 1,20 metri, corrispondente alla larghezza del pannello parete. La struttura portante, interamente esposta in facciata, assume un ruolo centrale nella definizione dell'immagine architettonica dell'involucro, grazie anche al disegno dei giunti che permettono di ripristinare la continuità verticale dei pilastri.

The building in question forms part of a modest series of educational establishments constructed by the Roman company Tecnosider during the 1960s. These were erected as part of the national industrialised school building programmes, which were coordinated by the Ministry of Education. The Tecnosider construction system, comprising a metal skeleton and prefabricated lightweight panels, was designed by architects Pietro Barucci, Beata Di Gaddo and Ugo Sacco, collectively known as the BDS studio, with the assistance of architect Giovanni Barucci.

This system is distinguished by a distinctive 'assembly node' situated between the façade panels. This node, which is protected by a patent filed in 1962, comprises four extruded metal profiles that can be coupled together with mouldings for the 'snap-on' fixing of the wall panels. The steel load-bearing structure, composed of normalised elements, also features signature elements, including a special joint between the columns and beams, which is fully bolted and removable, and trapezoidal sheet metal floors, made up of modular elements that can be assembled.

The system is marked by a strict dimensional co-ordination based on a module of 1.20 metres, corresponding to the width of the wall panel. The load-bearing structure, which is fully exposed on the façade, plays a pivotal role in defining the architectural image of the envelope. This is due in part to the design of the joints, which permit the vertical continuity of the pillars to be restored.

La fase di conoscenza dell'edificio – "knowledge base" – si basa sulla ricostruzione puntuale della sua storia materiale, dal progetto, alla costruzione, ai successivi interventi di modifica nel tempo, attraverso l'analisi di fonti primarie.

L'indagine si basa sull'analisi della bibliografia dell'epoca, della documentazione conservata negli archivi del territorio riguardante il progetto, la costruzione, gli interventi di manutenzione e la vita dell'edificio.

In particolare, la bibliografia comprende:

- memorie tecniche pubblicate sulle riviste di settore;

- norme tecniche in vigore all'epoca del progetto e della costruzione dell'edificio.

La documentazione di archivio si articola in:

- elaborati grafici e relazioni scritte prodotte dal progettista ;

- elaborati grafici e relazioni scritte prodotte dall'impresa di costruzione;

- elaborati grafici e relazioni scritte prodotte dal committente o gestore dell'edificio nel tempo;

- brevetti di invenzione ;

- cataloghi per la commercializzazione di specifici sistemi costruttivi;

- fotografie di cantiere prodotte dal progettista, dall'impresa o dal committente;

- fotografie della vita dell'edificio nel tempo prodotte dal gestore o dai fruitori dell'edificio.

Nel caso specifico dell'edificio in esame, i documenti prodotti dal progettista e quelli prodotti dall'impresa di costruzione coincidono e sono conservati l'Archivio Centrale dello Stato, nel fondo "Pietro Barucci".

Tra questi, le fonti più significative sono:

- il brevetto di invenzione registrato a nome di Barucci e riguardante il giunto di assemblaggio tra i pannelli di facciata che caratterizza il sistema costruttivo, conservato nel fondo dell'Ufficio Italiano Brevetti e Marchi conservato presso l'Archivio Centrale dello Stato;

- il catalogo per la commercializzazione del sistema costruttivo "Tecnosider" conservato nel fondo "Pietro Barucci", presso l'Archivio di Stato di Roma, comprendente disegni e fotografie dei dettagli più significativi;

- i disegni esecutivi della scuola prodotti da Barucci per l'impresa Tecnosider e conservati nel fondo "Pietro Barucci", presso l'Archivio di Stato di Roma comprendenti l'assonometria di montaggio delle singole componenti costruttive;

- le fotografie di cantiere conservate nel fondo "Pietro Barucci", presso l'Archivio di Stato di Roma.

The knowledge phase of the building, which may be termed a 'knowledge base', is based on the punctual reconstruction of its material history. This encompasses the design, construction and subsequent modifications over time, as well as the analysis of primary sources.

The investigation is based on the analysis of the bibliography of the time, as well as the documentation conserved in the archives of the area. This includes material regarding the design, construction, maintenance interventions and the life of the building.

In particular, the bibliography includes the following:

- technical memoranda published in trade journals;

- technical standards in force at the time of the design and construction of the building.

The archive documentation is further subdivided into the following categories:

- graphical drawings and written reports produced by the designer;

- graphical drawings and written reports produced by the construction company;

- graphical drawings and written reports produced by the client or manager of the building over time;

- patents of invention;

- catalogues for the marketing of specific construction systems;

- site photographs produced by the designer;

- photographs of the life of the building over time produced by the operator or users of the building.

In the specific case of the building under examination, The documents produced by the designer and those produced by the construction company are identical and are preserved in the Central State Archive, in the 'Pietro Barucci' fund.

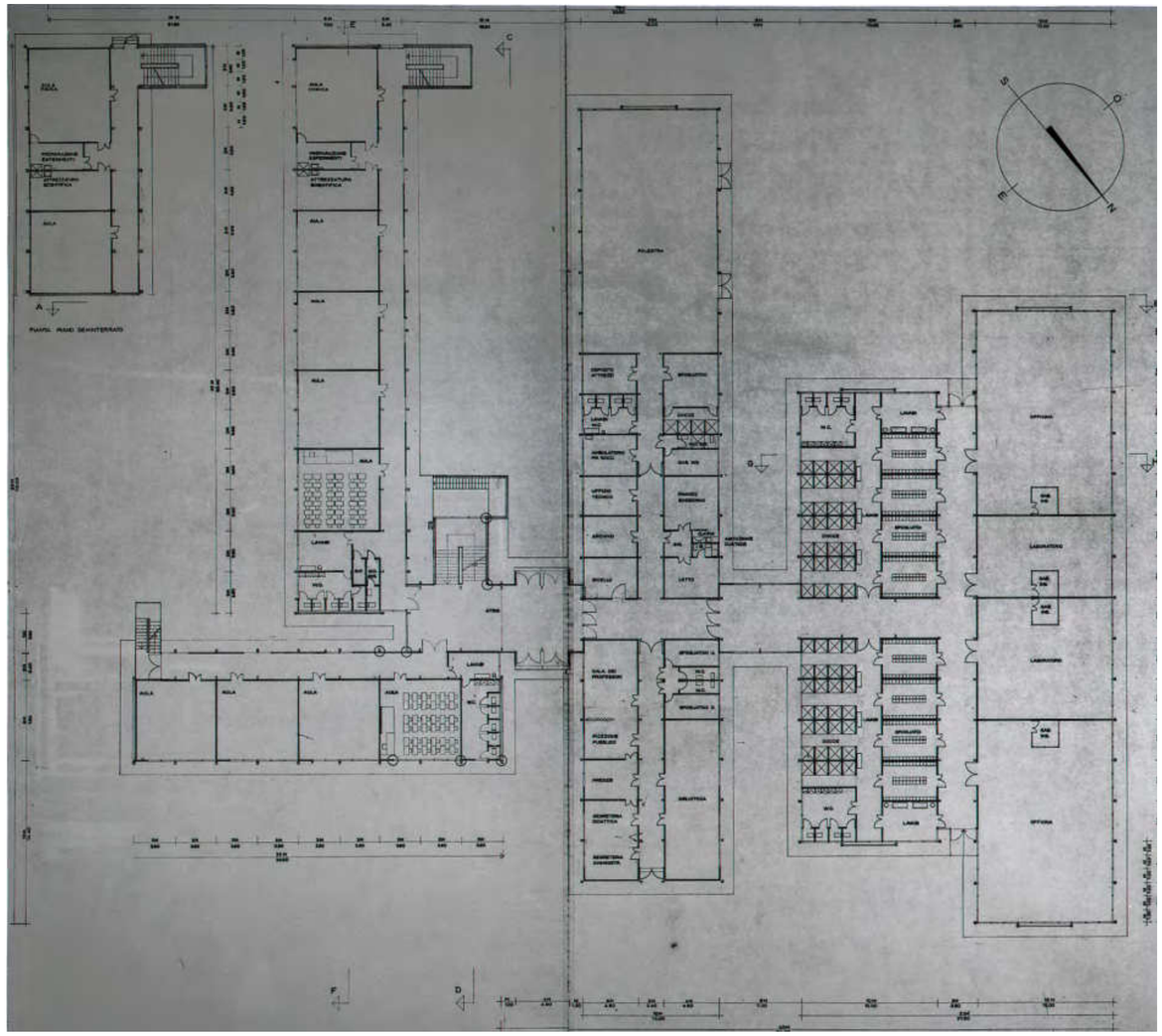
Of these, the most significant sources are as follows:

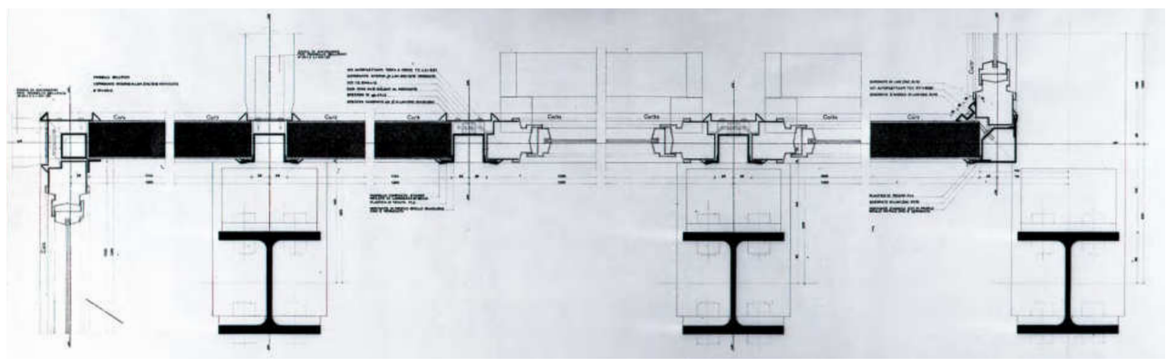
- the invention patent registered in Barucci's name and concerning the assembly joint between the façade panels that characterise the construction system is held in the Italian Patent and Trademark Office fund at the Central State Archive;

- the catalogue for the marketing of the 'Tecnosider' construction system is kept in the 'Pietro Barucci' fund, at the State Archive in Rome (this includes the most significant details illustrated in drawings and photographs);

- the detailed drawings of the school produced by Barucci for the Tecnosider company and preserved in the 'Pietro Barucci' fund, at the State Archives in Rome. These drawings include the assembly axonometry of the individual construction components;

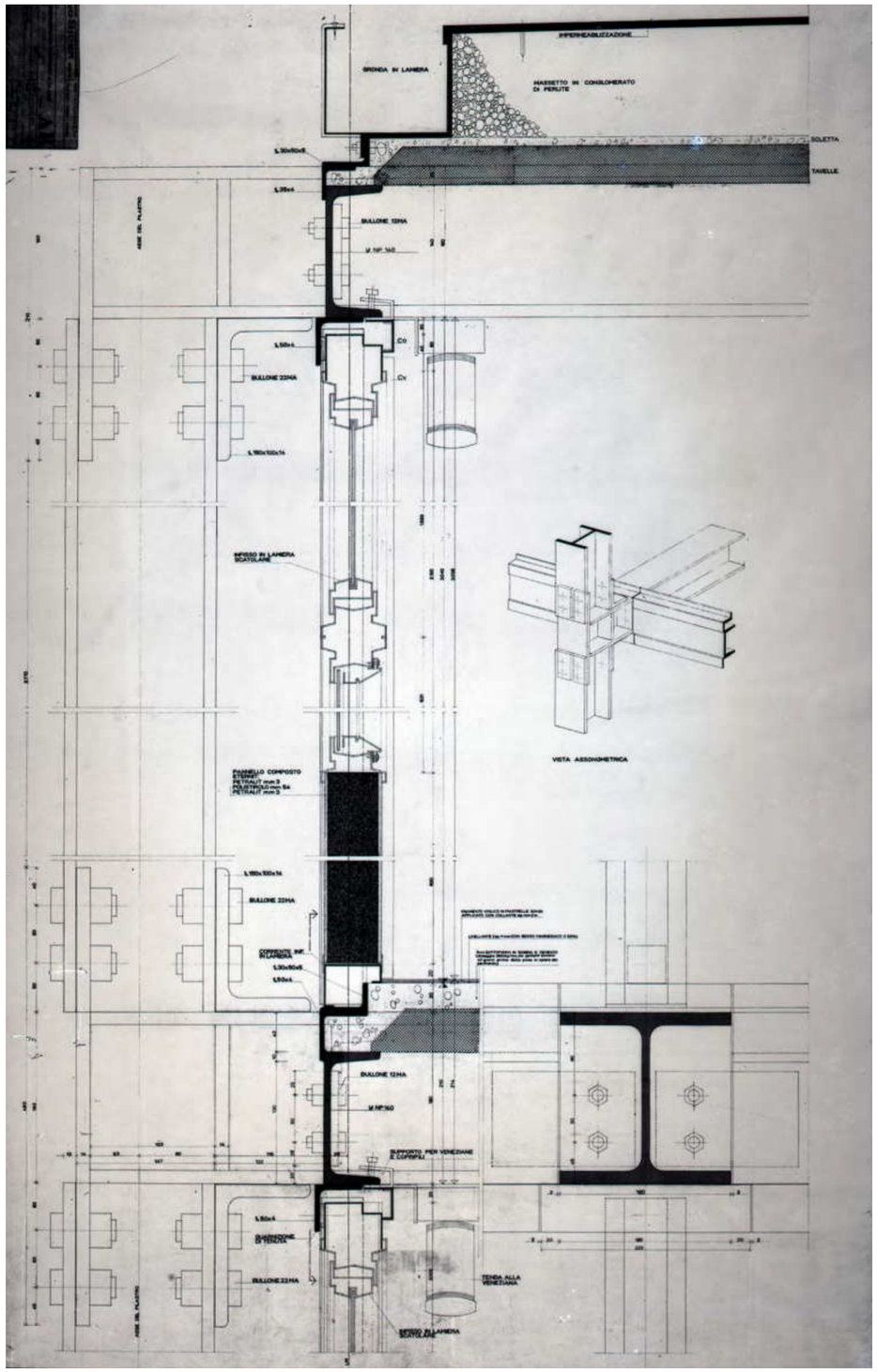
the construction site photographs are also preserved in the 'Pietro Barucci' fund, at the State Archives in Rome.





Planimetria dell'edificio in esame e dettaglio in pianta della facciata (scansioni A.C.S.).

Plan of the building under investigation and plan detail of the façade (scans from C.S.A.).



Dettaglio in sezione della facciata (scansioni A.C.S.).

Sectional detail of the façade (scans from C.S.A.).



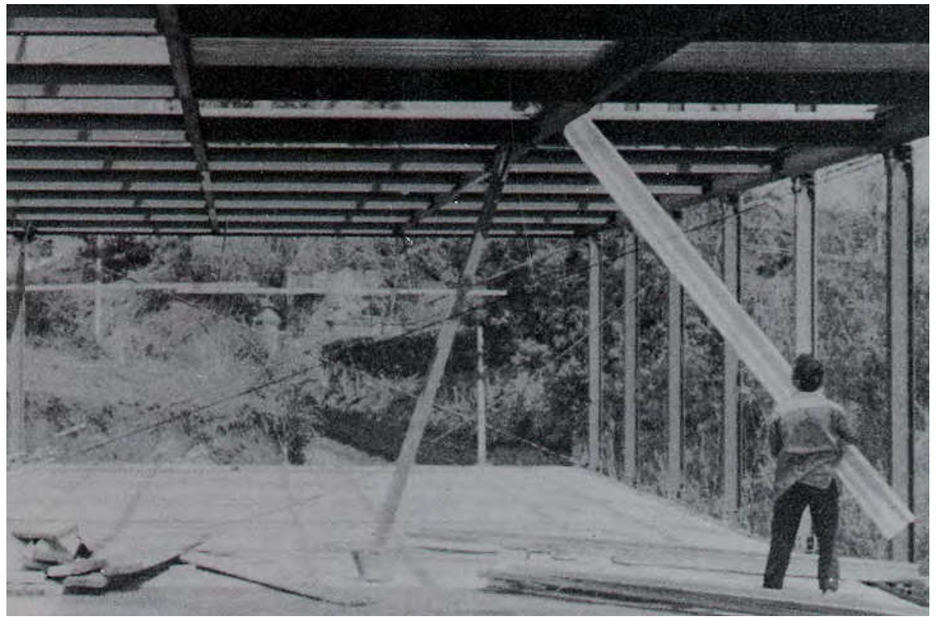


Foto del montaggio dei solai in acciaio nervato – dal cantiere dell'Istituto tecnico industriale prefabbricato di Velletri, con il sistema brevettato Tecnosider (scansioni A.C.S.).

Photo of ribbed steel floor assembly - from the site of the prefabricated Industrial Technical Institute in Velletri, using the Tecnosider patented system (scans from C.S.A.).

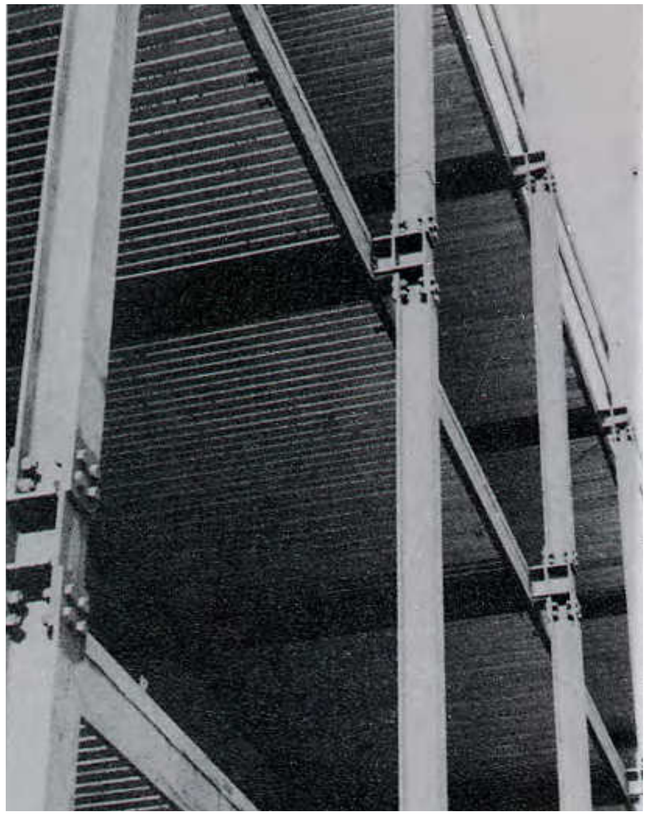








Foto del montaggio dei solai in acciaio nervato – dal cantiere dell'Istituto tecnico industriale prefabbricato di Velletri, con il sistema brevettato Tecnosider (scansioni A.C.S.).

Photo of ribbed steel floor assembly - from the site of the prefabricated Industrial Technical Institute in Velletri, using the Tecnosider patented system (scans from C.S.A.).

Foto del montaggio dei solai in acciaio nervato – dal cantiere dell'Istituto tecnico industriale prefabbricato di Velletri, con il sistema brevettato Tecnosider (scansioni A.C.S.).

Photo of ribbed steel floor assembly - from the site of the prefabricated Industrial Technical Institute in Velletri, using the Tecnosider patented system (scans from C.S.A.).

Schemi di disassemblaggio e demolizione
Disassembly and demolition schemes

Testo/Text Gino Baldi, Michele Anelli-Monti, Giulia Famiglietti, Giulio Minuto, Carlo Vannini

Dopo una prima analisi della mobilità e dei trasporti limitrofi si sono individuati gli accessi al sito. L'Istituto ITI Volta dista circa 700 metri dalla stazione ferroviaria di Tivoli e prevede un solo accesso principale, pedonale e carrabile da Via di S. Agnese, tramite una rampa larga circa 3,0 metri. L'istituto scolastico è composto da otto corpi edilizi, due ambienti di collegamento orizzontale e due corpi di collegamento verticale. I blocchi edilizi sono stati edificati con due tipologie costruttive differenti: strutture a telaio metallico per la quasi totalità degli edifici e setti in calcestruzzo per i collegamenti verticali e l'edificio a N-O del sito.

Il progetto di smontaggio e demolizione è stato organizzato per blocchi, in modo tale da poter procedere gradualmente con i disassemblaggi dei pannelli di facciata e delle strutture metalliche, le demolizioni dei divisori interni, i ritagli dei solai interpiano e di copertura ed infine la demolizione delle strutture portanti posate in umido. Per tener conto della mobilità di cantiere si è svolta una analisi della vegetazione presente all'interno del lotto da cantierizzare e si sono individuate tre classi di tipologie arboree in ordine di altezza, dai 5 ai 12 metri, dai 12 ai 20 metri e dai 20 ai 25 metri.

L'idea di smontaggio per fasi nasce dalla possibilità di aumentare progressivamente l'area di cantiere e l'area di stoccaggio all'aperto on-site, prevedendo di utilizzare i locali della palestra per lo stoccaggio degli elementi metallici e i detriti, e il locale a N-O come officina di assemblaggio in situ di prefigurazioni facilmente realizzabili. Per quanto riguarda la gestione dei rifiuti speciali, come i pannelli in cemento-amianto, si è previsto il loro smontaggio e stoccaggio in sito, seguendo le prescrizioni riportate nelle seguenti linee guida (con riferimento alla legge 257/1992) ed il loro successivo trasporto via gomma in discariche specializzate nello smaltimento di rifiuti speciali.

After an initial analysis of mobility and neighbouring transport, the accesses to the site were identified. The ITI Volta Institute is approximately 700 metres from the Tivoli railway station and has only one main access, pedestrian and driveway from Via di S. Agnese, via a ramp approximately 3.0 metres wide. The school consists of eight building blocks, two horizontal and two vertical connection bodies. The building blocks were constructed with two different types of construction: metal frame structures for almost all the buildings and concrete partitions for the vertical connections and the N-O building on the site.

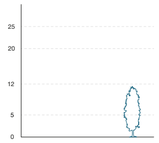
The dismantling and demolition project was organised in blocks, so that it was possible to gradually proceed with the disassembly of the façade panels and metal structures, the demolition of the internal partitions, the trimming of the inter-floor and roofing slabs, and finally the demolition of the wet-laid load-bearing structures. In order to take into account the mobility of the building site, an analysis of the vegetation present within the lot to be constructed was carried out and three classes of tree types were identified in order of height, from 5 to 12 metres, from 12 to 20 metres and from 20 to 25 metres.

The idea of dismantling in phases stems from the possibility of progressively increasing the site area and the on-site open-air storage area, with the gymnasium premises being used for the storage of metal elements and debris, and the N-O room as an on-site assembly workshop for easily realisable prefabricated structures.

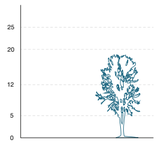
With regard to the management of special waste, such as asbestos cement panels, it was planned to dismantle and store them on site, following the requirements set out in the guidelines (with reference to Law 257/1992) , and then transport them by road to landfills specialised in the disposal of special waste.

Vegetazione:

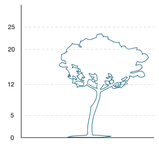
5-12m



12-20m



20-25m



Si riporta di seguito la configurazione base del sito allo stato di fatto, dove viene rappresentato lo schema riassuntivo di smontaggio e demolizione per blocchi.
Ad oggi, il lotto di intervento presenta un'area disponibile di circa 60 m² per le manovre di smontaggio e di deposito del materiale on-site.
Inoltre, date le dimensioni della strada di accesso si prevede il potenziale utilizzo di camion a tre assi da 260 quintali, aventi una portata di 12 tonnellate, con cassoni da 25 m3 ed altezza totale di 3,60 metri.

The basic configuration of the site as it stands is shown below, with a summary diagram of dismantling and demolition by blocks.
As of today, the intervention lot has an available area of approximately 60 square metres for the dismantling manoeuvres and on-site material storage.
Furthermore, due to the size of the access road, the potential use of three-axle 260-quintal trucks with a load capacity of 12 tonnes, 25 m³ skips and a total height of 3.60 metres is envisaged.

Legenda

Area stoccaggio imballaggi pannelli cemento amianto

Area stoccaggio elementi acciaio e detriti

Area di cantiere

Officina

fase UNO
step ONE

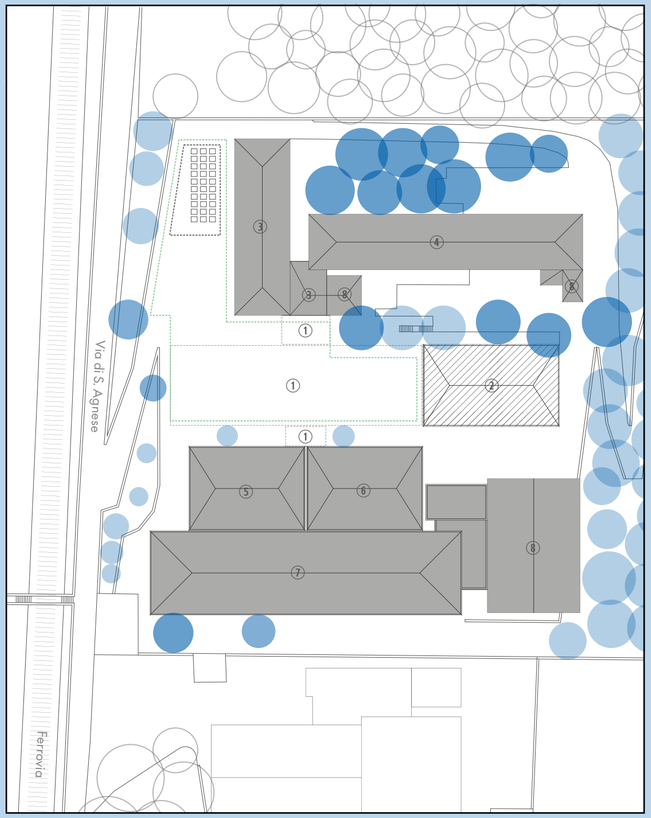


In una prima fase si procede con lo smontaggio del corpo centrale (1), per fare in modo di aprire un accesso diretto al locale palestra che sarà adibito a deposito degli elementi disassemblati e dei detriti demoliti.

In a first phase, the central body (1) is dismantled, in order to open up a direct access to the gymnasium room, which will be used for storing the disassembled elements and demolished debris.

- Area stoccaggio imballaggi pannelli cemento amianto
- Area stoccaggio elementi acciaio e detriti
- Officina
- Area di cantiere

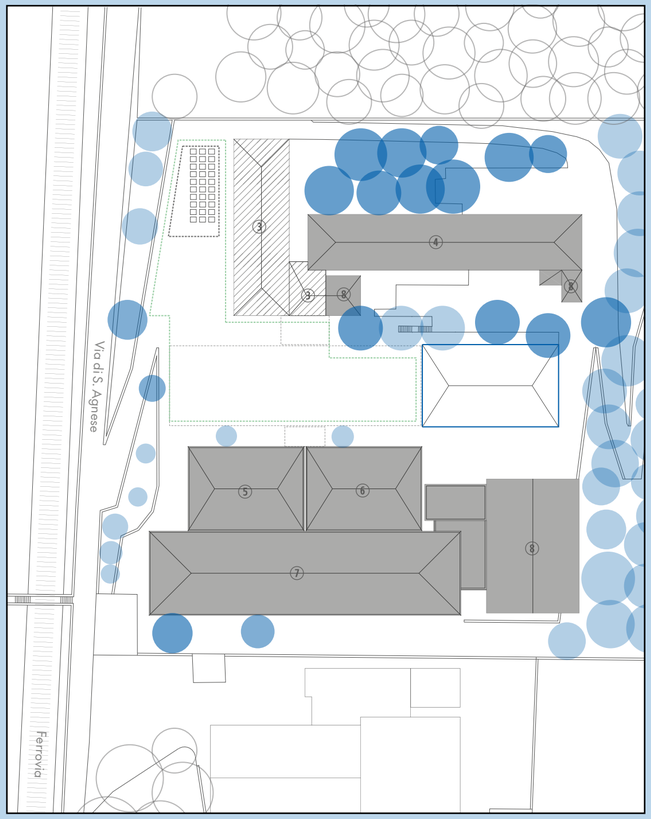
fase DUE
step TWO



Già dalla seconda fase si noterà come allo smontarsi dei blocchi equivale un aumento dell'area di cantiere e parallelamente la massimizzazione dello spazio adibito a stoccaggio dei rifiuti speciali.

Starting from the second phase it will be seen how the dismantling of the blocks equals an increase in the site area and in parallel the maximisation of the storage space for special waste.

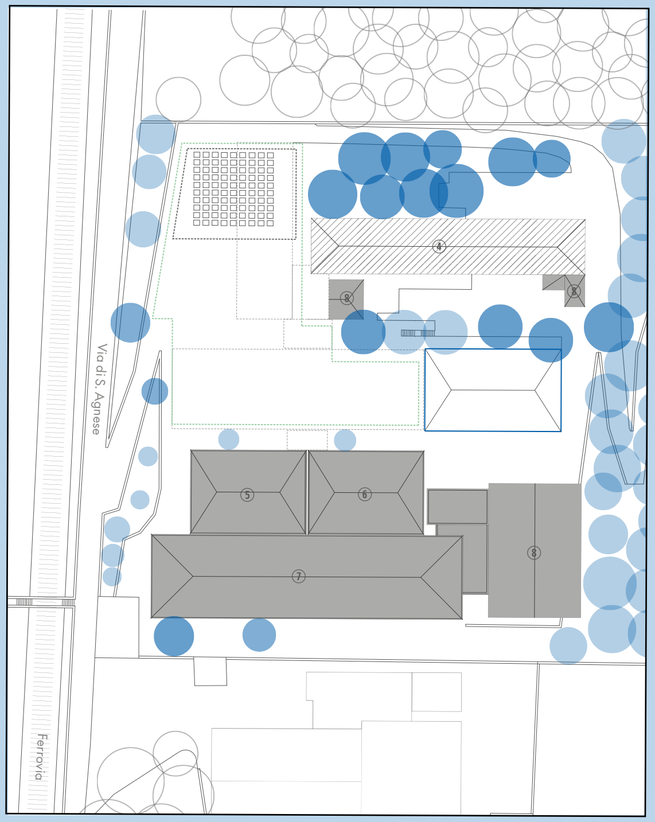
fase TRE
step THREE



Seguendo il processo di smontaggio, si disassembleranno i pannelli di facciata del locale palestra (2) mantenendo la chiusura orizzontale di copertura, in previsione di utilizzare questo spazio per lo stoccaggio.

Following the disassembly process, the façade panels of the gymnastics room (2) will be disassembled while maintaining its covering, in anticipation of using this space for storage.

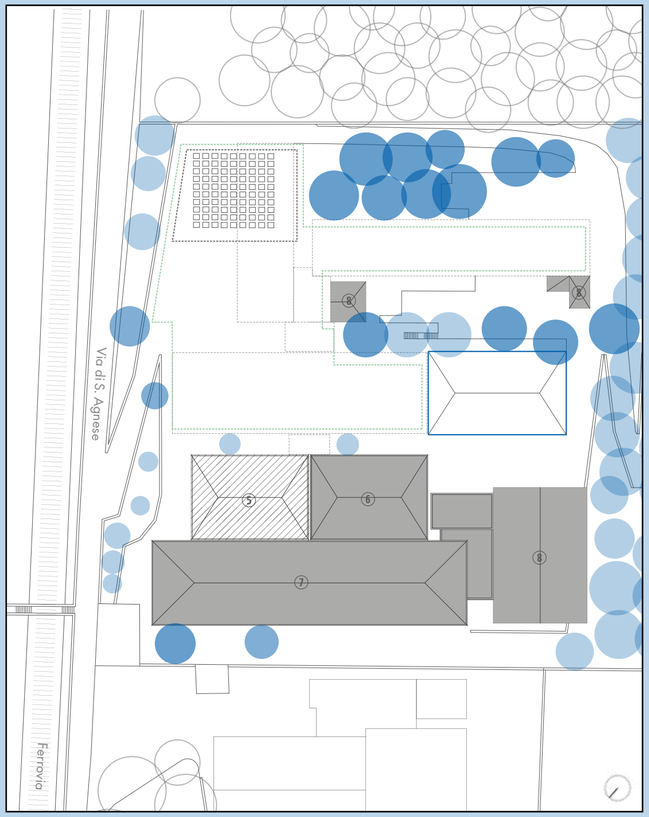
fase QUATTRO
step FOUR



Si conclude lo smontaggio dei blocchi localizzati a sud (1, 2, 3, 4), prevalentemente a due piani fuori terra, per poi procedere con il disassemblaggio dei corpi a nord caratterizzati principalmente da edifici ad un piano fuori terra.

The disassembly of the blocks located to the south (1, 2, 3, 4), which are mainly two-storey buildings above ground level, is concluded, followed by the disassembly of the bodies to the north characterised mainly by one-storey buildings above ground level.

fase CINQUE
step FIVE



La metodologia di smontaggio e demolizione risulta essere la medesima per ogni blocco, si parte dallo smontaggio dei pannelli di facciata per poi procedere con la demolizione dei divisori interni.

The dismantling and demolition methodology is the same for each block, starting with the dismantling of the façade panels and then proceeding with the demolition of the internal partitions.

- Area stoccaggio imballaggi pannelli cemento amianto
- Area stoccaggio elementi acciaio e detriti
- Officina
- Area di cantiere

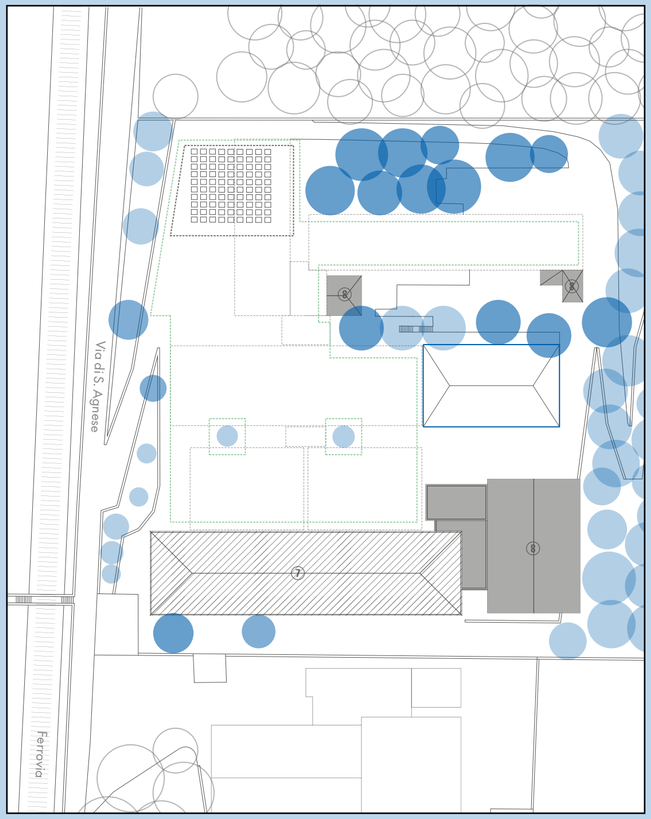
fase SEI
step SIX



Successivamente si effettuano i ritagli, come da progetto, dei solai interpiano e di copertura, per poi concludere con il disassemblaggio e lo stoccaggio delle strutture metalliche portanti.

Next, the cut-outs, as per the project, of the inter-floor and roof slabs are carried out, and then the disassembly and storage of the load-bearing metal structures is concluded.

fase SETTE
step SEVEN



Durante lo smontaggio dei pannelli di facciata, i serramenti esistenti verranno smontati e stoccati nel locale adibito (2) per poter poi essere manutenuti e immessi nuovamente nel mercato come pezzi di catalogo.

During the dismantling of the façade panels, the existing windows and doors will be disassembled and stored in the designated room (2) so that they can then be serviced and placed back on the market as catalogue pieces.

fase OTTO
step EIGHT



In questa fase si inziano ad affrontare le demolizioni dei solai di copertura in corrispondenza dei corpi scala e dell'officina on-site (8). Si considera terminato lo smontaggio dei pannelli in cemento-amianto e di conseguenza dovrà essere definitivamente sgomberata l'area di cantiere dagli imballaggi a trasporto speciale, che verranno trasportati via gomma verso la discarica di rifiuti speciali selezionata.

At this stage the demolition of the roofing slabs at the stairwells and the on-site workshop (8) will begin. The dismantling of the asbestos-cement panels is considered completed and consequently the site area must be finally cleared of special transport packaging, which will be transported by road to the selected special waste landfill.

fase NOVE
step NINE

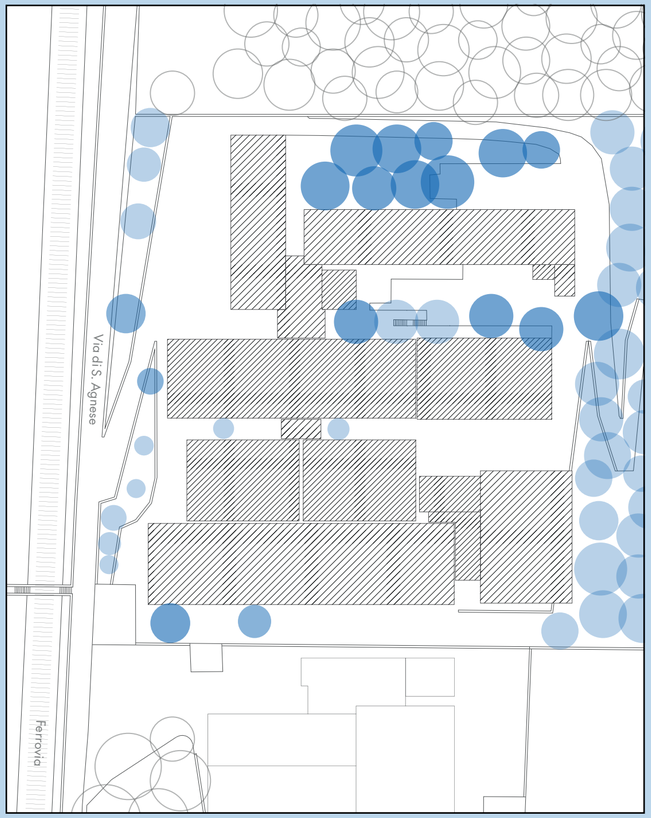


Nella nona fase si andranno a demolire la totalità degli elementi portanti in calcestruzzo armato (9), principalmente setti portanti dei collegamenti verticali a servizio dei corpi a sud e l'intero fabbricato dell'officina on-site. I detriti prodotti dalla frantumazione verranno stoccati nell'area dell'ex-palestra (2).

In the ninth phase, the entire reinforced concrete load-bearing elements (9) will be demolished, mainly load-bearing partitions of the vertical connections serving the southern bodies and the entire on-site workshop building. The debris produced by the demolition will be stored in the area of the former gymnasium (2).

- Area stoccaggio imballaggi pannelli cemento amianto
- Area stoccaggio elementi acciaio e detriti
- Officina
- Area di cantiere

fase DIECI
step TEN



Si concluderà l'operazione di demolizione con la frantumazione della totalità delle strutture di fondazione dei singoli blocchi edilizi, previo smontaggio del solaio di copertura dell'area di stoccaggio on-site (2) e del trasporto in discarica e nei centri di stoccaggio limitrofe selezionati degli elementi disassemblati.

The demolition operation will be concluded with the shattering of the entire foundation structure of the individual building blocks, following the dismantling of the roofing slab of the on-site storage area (2) and the transport of the disassembled elements to the landfill site and to selected neighbouring storage centres.

Trasportare, stoccare, trasformare
Transport, store, transform

Testo/Text Giulio Minuto

Partendo da un'analisi del territorio, si sono individuate le principali aree di stoccaggio, centri di riciclaggio, discariche e gestioni rifiuti speciali, mantenendo un raggio prossemico di circa 30 km. I principali centri consistono in un’area a 14 km di distanza dove trasportare e smaltire i pannelli contenenti amianto, un deposito di materiali distante 10 km per il trasporto e stoccaggio degli elementi e componenti di cui si è già previsto un progetto di upcycle ed una discarica a 28 km per il trasporto e smaltimento delle macerie. Ogni trasporto si è previsto avvenga tramite camion a tre assi di 260 quintali, aventi un cassone di 25 m^3 di capienza e una portanza di 12 tonnellate.

Componenti smontati

Volume di ingombro equivalente	1063 m^3
Altezza massima di accatastamento	3 m
Superficie occupata	354 m^2
Superficie di manovra (1/2 della sup. occupata)	177 m^2
Superficie richiesta per lo stoccaggio	532 m^2

Componenti demoliti

Volume di ingombro equivalente	2686 m^3
Altezza massima di accatastamento	3 m
Superficie occupata (catasta piramidale)	2686 m^2
Superficie di manovra (1/2 della sup. occupata)	1343 m^2
Superficie richiesta per lo stoccaggio	4028 m^2

Analisi dei Dati

Le elaborazioni quantitative, riassunte sotto forma di grafici, mettono in relazione i dati riguardanti il manufatto e le sue componenti costruttive con le grandezze relative al sito e al territorio, seguendo una logica trans-scalare. L'obiettivo è interrogare il database e stabilire un nesso tra le diverse scale su cui il processo di upcycling opera trasversalmente.

In una prima fase, i dati grezzi estrapolati dal modello BIM, relativi alle componenti costruttive dell'edificio, sono raggruppati:

A. per tipologia (montanti, travi, solai, ecc.);
B. per materiale (calcestruzzo, acciaio, Petralit, ecc.).

Si ottiene una meta-rappresentazione del manufatto che mette in evidenza la composizione e le quantità delle sue componenti oltre la forma architettonica, una spettrometria di massa dell'edificio. Le informazioni così rappresentate hanno un valore critico sia per la fase preliminare di smontaggio e logistica, sia per una successiva fase progettuale di upcycling. Si restituisce infatti una prima misura di "cosa si dispone e in che quantità", consentendo di indirizzare con lo sforzo creativo e progettuale, sia in un'ottica di risultati architettonici che di impronta ecologica del processo.

Data analisys

Quantitative analyses, presented as charts, correlate data concerning the building and its construction components with metrics related to the site and the surrounding territory, following a trans-scalar logic. The objective is to query the database and establish a link between the different scales on which the upcycling process operates transversally.

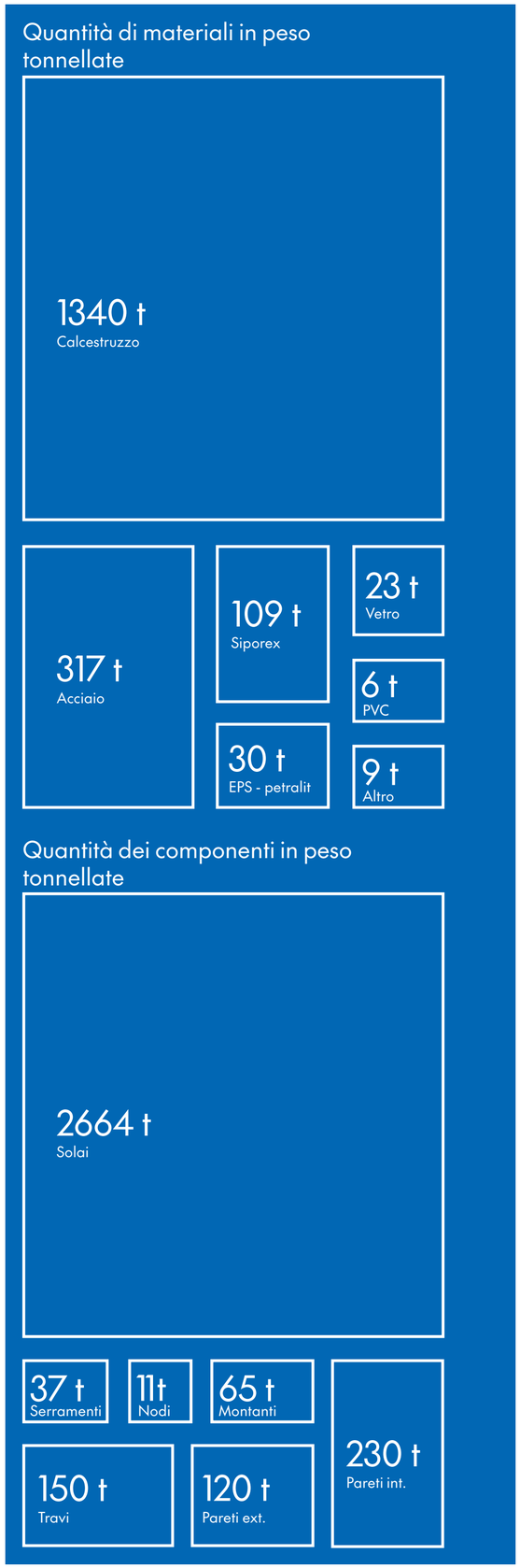
In the initial phase, the raw data extracted from the BIM model, concerning the dimensions and quantities of the building's construction components, are organised according to two main criteria:

A. By type (columns, beams, floors, partitions, etc.);
B. By material (concrete, steel, Siporex, Petralit, etc.).

This produces a meta-representation of the building, highlighting the composition and quantities of its components beyond the architectural appearance as "mass spectrometry" of the building. This information is critical both for the preliminary disassembly and logistics phase and for the subsequent upcycling design. It provides an initial rough quantification of "what we have and in what quantity," allowing the creative and design effort to be directed towards architectural outcomes and controlling the ecological footprint of the process.

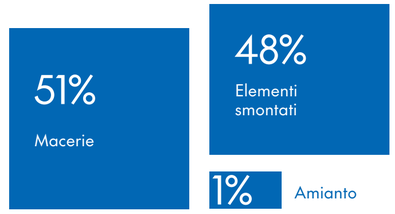
Le elaborazioni grafiche a lato riportano le quantità dei materiali e dei componenti in base al peso.La quota maggiore è costituita da calcestruzzo, tale aspetto è riconducibile alla presenza dei solai in calcestruzzo e acciaio.

The charts on the side illustrate the distribution of material and component quantities by weight. The majority of the weight is comprised of concrete, this aspect is attributable to the presence of steel-concrete floors.



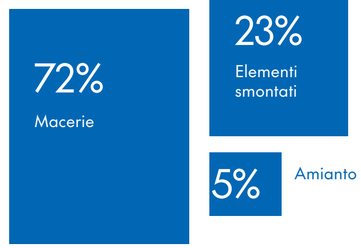
Tipo di lavorazione pesi

Tipo di lavorazione	Ingom-	Perc.
Elementi demoliti - macerie	2686 m^3	72%
Elementi smontati	892 m^3	23%
Amianto - trattamento speciale	171 m^3	5%
Totale	3749 m^3	100%



Tipo di lavorazione ingombri

Tipo di lavorazione	Peso	Perc.
Elementi demoliti - macerie	1675 T	51%
Elementi smontati	1574 T	48%
Amianto - trattamento speciale	30 T	1%
Totale	3279 T	100%



Km percorsi per luogo di conferimento distanze

Luogo di conferimento	Dist. tot	n. viaggi
Ge.ser s.r.l - Deposito materiali	2820 km	141
Eco-Italia s.r.l - Deposito macerie	3160 km	158
Siderurgica Tiburtina s.r.l - Amianto	196 km	7
Totale	6176 km	306



Classificando i componenti in base al trattamento al quale sono destinati, si ottiene una verifica preliminare delle quantità complessive destinate a processi circolari oppure lineari (smaltimento).

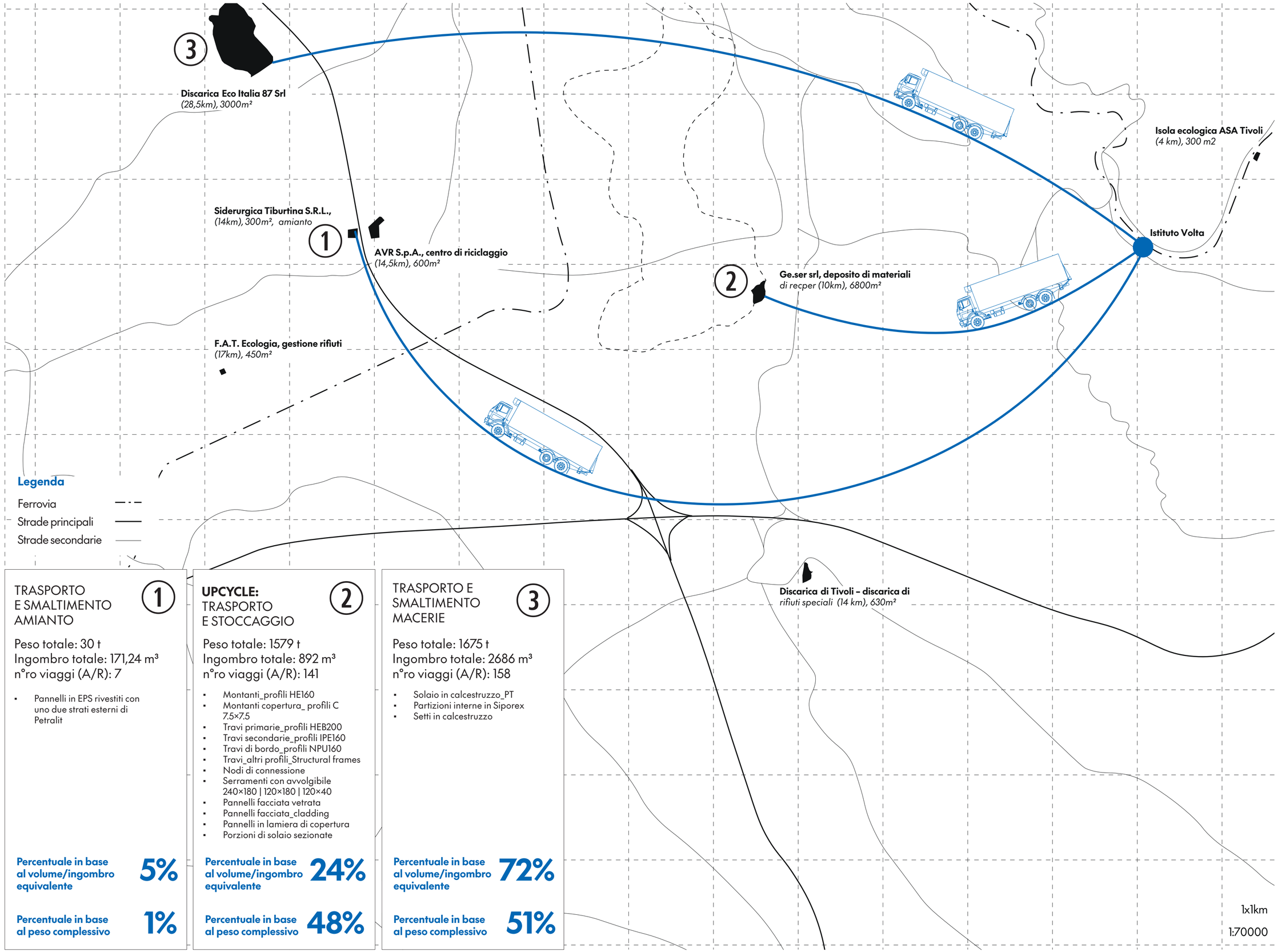
Si desumono quindi i volumi di ingombro delle componenti smontate, un dato rilevante per la progettazione del cantiere, della logistica e delle aree di deposito temporaneo. A partire dalle volumetrie e dal peso complessivo delle componenti smontate e dai dati relativi all'accessibilità, si valutano i mezzi per il trasporto dei materiali fuori dal sito. In base alle distanze dei punti di conferimento individuati, si calcolano il numero di viaggi e le distanze complessive percorse, visualizzabili sotto forma di grafici.

By classifying the components according to their intended treatment, a preliminary verification of the total quantities destined for either circular processes or linear processes (disposal) is achieved.

The volumes of the dismantled components are then determined, a crucial datum for the design of the construction site, logistics, and temporary storage areas. Based on the volumes and total weight of the dismantled components and data related to accessibility, the means of transporting the materials off-site are evaluated. Considering the distances to identified delivery points, the number of trips and the total distances travelled are calculated and visualised in the form of graphs.

Si riporta di seguito una mappa territoriale dei trasporti, inquadrata in una maglia guida di 1×1km. Dapprima si è effettuata una analisi dei trasporti che servono l'area di progetto su tre livelli: percorso ferroviario, strade principali e strade secondarie. In un secondo momento si è ponderata una distanza prossemica di 30 km di distanza dall'istituto scolastico all'interno della quale si è andati alla ricerca di discariche, centri di riciclaggio e gestione rifiuti speciali e aree di stoccaggio e deposito materiali. Si riportano in figura le aree destinate a ricevere i prodotti del piano di disassemblaggio e della demolizione.
In basso a destra si sono riportate delle tabelle riassuntive divise per tipologia di destinazione del materiale smontato o demolito, dove si indica il peso totale, l'ingombro totale ed il numero di viaggi su gomma previsto per il loro trasporto dall'area di cantiere alla sede di destinazione. Per ogni diversa destinazione, si è riportata la lista degli elementi a cui si fa riferimento. Da questi dati si mostrano rispettivamente le percentuali in base al volume/ingombro equivalente e in base al peso complessivo per avere contezza dei risultati ottenuti dall'operazione di upcycling.

The transportation map, framed in a 1×1km guide grid, is provided below. First, we analyzed the transportation serving the project area at three levels: rail route, main roads, and secondary roads. Second, we weighted a proxemics distance of 30 km from the educational institution, searching for landfills, recycling and special waste management centers, storage and material depot areas. The figure shows the areas designated to receive the planned disassembly and demolition products.
The bottom right of the map shows summary tables divided by type of destination for the disassembled or demolished material. These tables indicate the total weight, total footprint, and the expected number of road trips to transport the material from the site area to the destination location. For each destination, the list of items is provided. The data is presented in two ways: by equivalent volume/volume and by total weight. This allows us to account for the results of the upcycling operation.



TRASPORTO E SMALTIMENTO AMIANTO ①

Peso totale: 30 t
Ingombro totale: 171,24 m³
n°ro viaggi (A/R): 7

- Pannelli in EPS rivestiti con uno due strati esterni di Petralit

Percentuale in base al volume/ingombro equivalente **5%**

Percentuale in base al peso complessivo **1%**

UPCYCLE: TRASPORTO E STOCCAGGIO ②

Peso totale: 1579 t
Ingombro totale: 892 m³
n°ro viaggi (A/R): 141

- Montanti_profili HE160
- Montanti copertura_ profili C 7.5×7.5
- Travi primarie_profili HEB200
- Travi secondarie_profili IPE160
- Travi di bordo_profili NPU160
- Travi_altri profili_Structural frames
- Nodi di connessione
- Serramenti con avvolgibile 240×180 | 120×180 | 120×40
- Pannelli facciata vetrata
- Pannelli facciata_cladding
- Pannelli in lamiera di copertura
- Porzioni di solaio sezionate

Percentuale in base al volume/ingombro equivalente **24%**

Percentuale in base al peso complessivo **48%**

TRASPORTO E SMALTIMENTO MACERIE ③

Peso totale: 1675 t
Ingombro totale: 2686 m³
n°ro viaggi (A/R): 158

- Solaio in calcestruzzo_PT
- Partizioni interne in Siporex
- Setti in calcestruzzo

Percentuale in base al volume/ingombro equivalente **72%**

Percentuale in base al peso complessivo **51%**

Rilievo laser scanner
Laser scanner survey

Testo/Text **Cristian Tolù**

Come complemento delle informazioni desunte dalle fonti documentali, al fine della conoscenza dell'opera, sono state condotte indagini visive in sito e realizzato un rilievo laser scanner, con tecnologia LiDAR. In particolare, le operazioni di rilievo sono state essenziali non solo per la ricostruzione, di dettaglio, della geometria dell'opera, ma anche per verificare la coerenza tra le soluzioni costruttive descritte nei documenti del progetto originario e lo stato di fatto dell'edificio, mettendo in evidenza le modifiche apportate al sistema costruttivo, tanto in fase esecutiva, quanto a seguito degli interventi di manutenzione, effettuati nel corso degli anni.

Il rilievo laser scanner è stato condotto in due fasi. Nella prima fase, è stata "scansionata" una parte significativa degli spazi interni della scuola, prestando attenzione alle aree in cui sono presenti le due soluzioni utilizzate per la realizzazione delle strutture in acciaio. In particolare, la scansione della palestra ha permesso di acquisire le caratteristiche geometriche delle travi reticolari originali della copertura, che sono, invece, nascoste dal controsoffitto negli altri ambienti. La seconda fase è consistita nella scansione dei tre prospetti principali del corpo più significativo dell'edificio, permettendo così la verifica dei moduli del sistema di facciata e della griglia strutturale.

Complessivamente, sono stati acquisiti circa 270 milioni di punti attraverso 76 stazioni di scansione. Per garantire l'accuratezza della nuvola di punti, ogni scansione è stata effettuata a una distanza di circa 3 metri dalla precedente e con spostamenti sempre ortogonali tra loro, prediligendo due direzioni principali nella griglia di scansione.

Sul piano operativo, è stata utilizzata una piattaforma avanzata di acquisizione 3D che impiega tecnologia di scansione per generare nuvole di punti dettagliate e navigabili di spazi interni ed esterni. Lo strumento LiDAR impiegato combina una fotocamera ad alta risoluzione con un sistema di scansione a infrarossi. Questa combinazione permette la "navigazione" interna del modello, sfruttando la possibilità di visualizzare le immagini a 360°, effettuate per ogni stazione di scansione. Le immagini sovrapposte alla nuvola di punti consentono di migliorare l'accuratezza della selezione dei punti e delle misurazioni geometriche. Si ringrazia l'azienda AlmavivA S.p.A. per aver fornito e consentito all'utilizzo dello scanner LiDAR Matterport per il presente progetto.

As a complement to the information derived from the documentary sources, in order to understand the work, visual inspections on site were conducted and a laser scanning survey was carried out using LiDAR technology. In particular, the survey operations were essential not only for the detailed reconstruction of the geometry of the work but also for verifying the consistency between the construction solutions described in the original project documents and the actual state of the building, highlighting the modifications made to the construction system both during the execution phase and as a result of maintenance interventions carried out over the years.

The laser scanning survey was conducted in two phases. In the first phase, a significant part of the school's interior spaces was "scanned", paying attention to the areas where the two solutions used for the construction of the steel structures are present. Specifically, scanning the gym allowed for the acquisition of the geometric characteristics of the original truss beams of the roof, which are otherwise concealed by the false ceiling in other rooms. The second phase involved scanning the three main elevations of the most significant part of the building, thus allowing for the verification of the façade system modules and the structural grid.

Overall, approximately 270 million points were acquired through 76 scanning stations. To ensure the accuracy of the point cloud, each scan was performed at a distance of about 3 meters from the previous one and with movements always orthogonal to each other, favoring two main directions in the scanning grid.

Operationally, an advanced 3D acquisition platform was used, employing scanning technology to generate detailed and navigable point clouds of both interior and exterior spaces. The LiDAR tool used combines a high-resolution camera with an infrared scanning system. This combination allows for the internal "navigation" of the model, utilizing the capability to view 360° images taken at each scanning station. The images overlaid on the point cloud enhance the accuracy of point selection and geometric measurements. Special thanks to AlmavivA S.p.A. for providing and allowing the use of the Matterport LiDAR scanner for this project.



Rappresentazione della nuvola di punti di una porzione degli esterni, costituita da circa 65 milioni di punti acquisiti tramite 20 stazioni di scansione.

Representation of the point cloud of a portion of the exterior, consisting of approximately 65 million points acquired through 20 scanning stations.



Rappresentazione della nuvola di punti di una parte significativa degli ambienti interni, costituita da circa 204 milioni di punti acquisiti tramite 56 stazioni di scansione.

Representation of the point cloud of a significant portion of the interior spaces, consisting of approximately 204 million points acquired through 56 scanning stations.



Rappresentazione della nuvola di punti della corpo interamente destinato alla palestra, monopiano con trave reticolare a vista.

Representation of the point cloud of the structure entirely designated for the gym, a single-story building with an exposed truss.

Heritage BIM
Heritage BIM

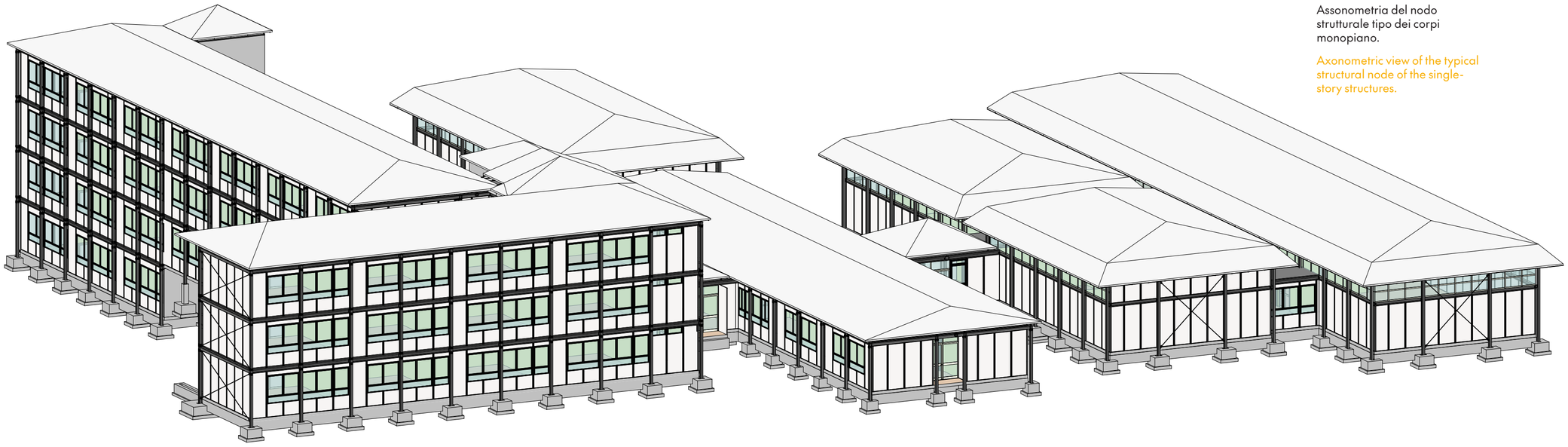
Testo/Text Cristian Tolù

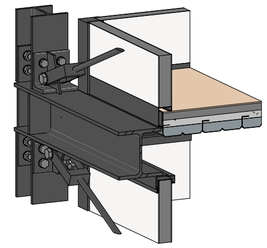
Il modello BIM dell'edificio presenta un alto "livello di dettaglio", in accordo alle attuali prescrizioni normative riguardanti l'applicazione del BIM per il processo di conoscenza, tutela e valorizzazioni del patrimonio costruito esistente (LOD G, UNI 11337: 2017). Questo modello è stato sviluppato per consentire la ricostruzione virtuale dell'edificio e dei dettagli costruttivi, al vero, a partire dai dati desunti dalla documentazione del progetto originario integrati con i dati acquisiti nelle operazioni di rilievo in sito.

Il modello ha permesso, al contempo, uno studio approfondito delle interferenze geometriche tra i componenti strutturali e non strutturali, con l'obiettivo di definire tecniche e processi di smontaggio delle singole componenti. I dati informativi contenuti nel modello comprendono, oltreché informazioni quantitative e materiali sui singoli elementi costruttivi, le informazioni di carattere storico – desunte dalla documentazione di archivio e della bibliografia dell'epoca, una serie di "parametri di disassemblaggio", specificamente definiti nell'ambito del presente progetto di upcycling. In questo modo, dal modello è stato possibile estrarre dati dimensionali su ciascuna componente costruttiva, come peso e volume, fondamentali per la pianificazione delle attività di cantiere, delle operazioni di trasporto e smaltimento, e per le analisi economiche e finanziarie relative al processo di upcycling.

The BIM model of the building features a high "level of detail," in accordance with current regulatory requirements regarding the application of BIM for the process of understanding, preserving, and enhancing existing built heritage (LOD G, UNI 11337: 2017). This model was developed to enable the virtual reconstruction of the building and its construction details, at full scale, based on data derived from the original project documentation integrated with data acquired during on-site survey operations.

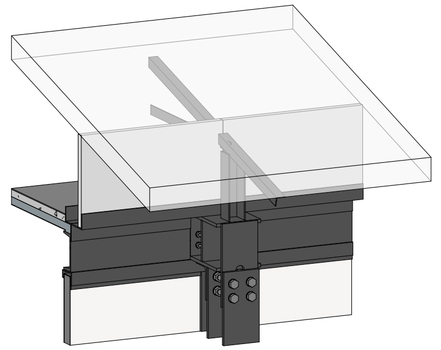
The model has also facilitated an in-depth study of geometric interferences between structural and non-structural components in order to define techniques and processes for disassembling individual components. The informational data contained in the model includes, in addition to quantitative information and materials on individual construction elements, historical information—sourced from archival documents and contemporary literature—a series of "disassembly parameters", specifically defined within the scope of this upcycling project. This enables the extraction of dimensional data on each construction component, such as weight and volume, which are essential for planning site activities, transport and disposal operations, and for economic and financial analyses related to the upcycling process.

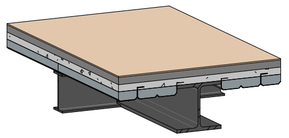




Assonometria di una porzione angolare dell'edificio con particolare del nodo del controvento.

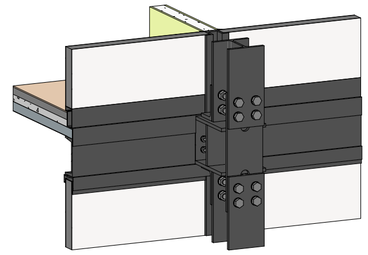
Axonometric view of a corner portion of the building with a detail of the bracing node.

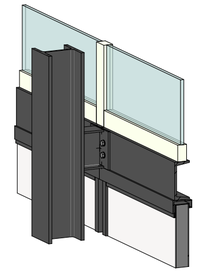




Assonometria del sistema costruttivo del solaio in lamiera.

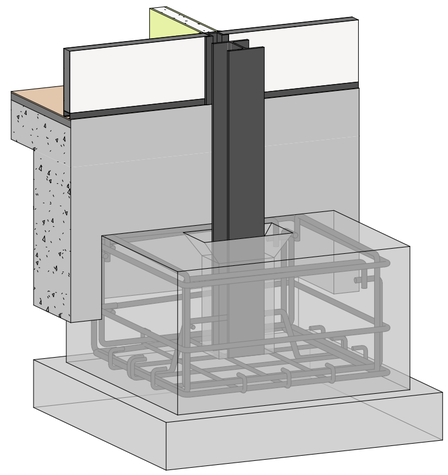
Axonometric view of the construction system of the corrugated sheet metal.





Assonometria del nodo strutturale tipo dei corpi monopiano.

Axonometric view of the typical structural node of the single-story structures.



Assonometria di una porzione di facciata dal piano delle fondazioni alla falda di copertura.

Axonometric view of a portion of the façade from the foundation level to the roof slope.

Assonometria dell'intero edificio con sistema di fondazione in plinti e travi di cemento armato, strutture in acciaio con due tipologie di nodi strutturali, involucro realizzato come facciata continua in pannelli di cemento amianto e copertura in falde.

Axonometric view of the entire building with a foundation system of concrete footings and beams, steel structures with two types of structural nodes, envelope constructed as a continuous façade with asbestos cement panels, and sloped roof.

Parametri di disassemblaggio
Disassembly parameters

Testo/Text Cristian Tolù

Sono stati utilizzati specifici “parametri di disassemblaggio” per valutare in modo puntuale tutti gli aspetti inerenti alla possibilità di smontaggio delle componenti strutturali e non strutturali. Tali parametri sono stati suddivisi per tipologia di elemento e organizzati all’interno del modello BIM. Questo approccio è stato sviluppato in conformità con le classi di elementi degli standard IFC, garantendo così una classificazione accurata e un’integrazione efficiente delle informazioni nel processo di modellazione.

Inoltre, è stato definito un parametro complessivo, denominato “Disassembly Index” che, derivato dalla combinazione dei “parametri di disassemblaggio” , offre una misura complessiva e sintetica della facilità di smontaggio degli elementi considerati. È opportuno sottolineare come un valore negativo del parametro legato alla sicurezza dello smontaggio (Safety of Disassembly) invalida il criterio precedentemente descritto e annulla il valore del parametro “Disassembly index”.

Specific "disassembly parameters" were used to accurately assess all aspects related to the possibility of disassembling structural and non-structural components. These parameters were categorized by element type and organized within the BIM model. This approach was developed in accordance with the element classes of IFC standards, thus ensuring accurate classification and efficient integration of information into the modeling process.

Additionally, an overall parameter, called the "Disassembly Index", was defined. This index, derived from the combination of the "disassembly parameters", provides a comprehensive and concise measure of the ease of disassembling the elements considered. It is important to note that a negative value of the parameter related to the safety of disassembly invalidates the previously described criterion and nullifies the value of the "Disassembly Index".

Parameters Categories	Parameters	Definition	0 (low)	1 (medium)	2 (high)
Site	Accessibility (construction site installation)	The position of the building allows the access for the transport of the building components off-site. The parameter is measured considering the % value of accessible area/total area of the site	0-20%	20-60%	>60%
	Position (transport possibility)	The position of the building allows the installation of the disassembly construction site. The parameter is measured considering the % value of usable area/total area of the site	0-20%	20-60%	>60%

Parameters Categories	Parameters	Definition	0 (low)	1 (medium)	2 (high)
Space plan	Versatility	The building features the possibility of using spaces with different functions with minor system changes (ISO20887). The parameter is measured considering the % value of versatile area/total area of the building floors	0-20%	20-60%	>60%
	Convertibility	The building features the possibility to accommodate substantial changes in user needs making minor modifications (ISO20887). The parameter is measured considering the % value of convertible area/total area of the building floors	0-20%	20-60%	>60%
	Expandibility	The building features the possibility to be expanded, facilitating the addition of new spaces (ISO20887). The parameter is measured considering the % value of direct expandable area/total area of the building floors	0-20%	20-60%	>60%
Structure	Ease of access	Ease of access to building components with minimal damage to and impact on it and adjacent assemblies (ISO20887)	exposed and accessible on one side	exposed and accessible on two sides	exposed and accessible on all sides
	Independence	Quality of the components to be removed without affecting the performances of connected or adjacent systems (ISO20887)	exposed and not accessible from the top	exposed and partially accessible from the top	exposed and accessible from the top
	Reversible connection	Connection that can be disconnected or disassembled (ISO20887)	light welding (corner welding)	fixed metallic connection (rivets)	disassemblable metallic connection (bolt)
	Standardization	Possibility to standardize disassembly process using efficient and repetitive techniques measured via the % value expressing quantity of the element/total of the structural elements (ISO20887)	0-20%	20-60%	>60%
	Weight	Weight of the structural component for construction site disassembly activities.	>50 kg	20-50 kg	<20 kg

Parameters Categories	Parameters	Definition	0 (low)	1 (medium)	2 (high)
Structure	Obsolence	Parameter calculated as the sum of the following 5 parameters that assess the obsolescence state of the element.	0-3	4-6	7-9
	Steelwork erected after 1970	Steel from 1970 was considered as part of the Eurocode programme and the development of product and design standards (SCI P427)	pre 1970	1970-2007	post 2008
	Significant section loss due to corrosion	Loss exceeding 5% of the element thickness is considered significant (SCI P427)	loss >5%	3-4%	0-2%
	Signs of fire exposure	Proven through a visual inspection. Components exposed to uncontrolled flames cannot be reused (SCI P427)	exposed	not exposed	
	Evidence of plasticity observed in the steel surface or corrosion protection	Proven through a visual inspection. Plasticized components cannot be reused (SCI P427)	>l/300	l/250<f f<l/300	<l/250
	Steelwork subjected to fatigue	Knowledge derived from the history of the building. Components from bridges, cranes or those subjected to seismic actions cannot be reused (SCI P427)	seismic zone 3-4	seismic zone 2	seismic zone 1
	Safety of disassembly	Proven knowledge about the construction materials, identifying potential hazardous substances (ISO20887)	proven existence of hazardous substances (documentary basis)	visual ispection	proven absence of hazardous substances (documentary basis)
	Consistency of original design principle to DfD principle	Proven knowledge about the original design choice in terms of ease of access, independence, reversible connections	visual assessment of construction details	knowledge about the historical-technical context (literature)	proven knowledge about the original design choice (documentary basis)

Parameters Categories	Parameters	Definition	0 (low)	1 (medium)	2 (high)
Skin	Ease of access	Ease of access of building components with minimal damage to and impact on it and adjacent assemblies (ISO20887)	exposed and accessible on one side	exposed and accessible on two sides	exposed and accessible on all sides
	Independence	Quality of the parts to be removed without affecting the performances of connected or adjacent systems (ISO20887)	exposed and not accessible from the top	exposed and partially accessible from the top	exposed and accessible from the top
	Reversible connection	Connection that can be disconnected or disassembled (ISO20887)	light welding (corner welding)	fixed metallic connection (rivets)	disassemblable metallic connection (bolt)
	Standardization	Possibility to standardize disassembly process using efficient and repetitive techniques measured via the % value expressing quantity of the element/total of the structural elements (ISO20887)	0-20%	20-60%	>60%
	Weight	Weight of the component for construction site disassembly activities.	>50 kg	20-50 kg	<20 kg
	Obsolence	Express the % damage area/ total area of the element, considering visible damages	>60%	20-60%	0-20%
	Safety of disassembly	Proven knowledge about the construction materials, identifying potential hazardous substances (ISO20887)	proven existence of hazardous substances (documentary basis)	visual ispection	proven absence of hazardous substances (documentary basis)
	Consistency of original design principle to DfD principle	Proven knowledge about the original design choice in terms of ease of access, independence, reversible connections	visual assessment of construction details	knowledge about the historical-technical context (literature)	proven knowledge about the original design choice (documentary basis)

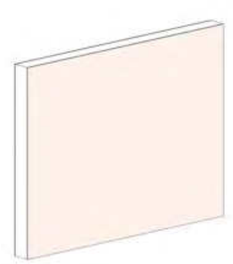
Parameters Categories	Parameters	Definition	0 (low)	1 (medium)	2 (high)
Space partitions	Ease of access	Ease of access of building components with minimal damage to and impact on it and adjacent assemblies (ISO20887)	exposed and accessible on one side	exposed and accessible on two sides	exposed and accessible on all sides
	Independence	Quality of the parts to be removed without affecting the performances of connected or adjacent systems (ISO20887)	exposed and not accessible from the top	exposed and partially accessible from the top	exposed and accessible from the top
	Reversible connection	Connection that can be disconnected or disassembled (ISO20887)	light welding (corner welding)	fixed metallic connection (rivets)	disassemblable metallic connection (bolt)
	Standardization	Possibility to standardize disassembly process using efficient and repetitive techniques measured via the % value expressing quantity of the element/total of the structural elements (ISO20887)	0-20%	20-60%	>60%
	Weight	Weight of the component for construction site disassembly activities.	>50 kg	20-50 kg	<20 kg
	Obsolence	Express the % damage area/ total area of the element, considering visible damages	>60%	20-60%	0-20%
	Safety of disassembly	Proven knowledge about the construction materials, identifying potential hazardous substances (ISO20887)	proven existence of hazardous substances (documentary basis)	visual ispection	proven absence of hazardous substances (documentary basis)
	Consistency of original design principle to DfD principle	Proven knowledge about the original design choice in terms of ease of access, independence, reversible connections	visual assessment of construction details	knowledge about the historical-technical context (literature)	proven knowledge about the original design choice (documentary basis)

Parameters Categories	Parameters	Definition	0 (low)	1 (medium)	2 (high)
Shared Heritage (authorial contribution)	Age of construction	Age of the building referring to the construction period considering cut-off of cultural heritage constraints (d. lgs. 22 gennaio 2004, n. 42)	<50	50	>50
	Documental heritage	Presence of documents proving links with historical and technological background (d. lgs. 22 gennaio 2004, n. 42)	authorial design proven by original drawings	authorial design proven by original drawings, literature of the time	authorial design proven by original drawings, literature of the time, and industrial patents



Nodo strutturale in acciaio/Steel structural node: Values:

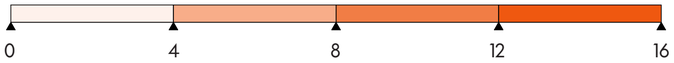
- ease of access: 2
- independence: 2
- reversible connection 1
- standardization: 2
- weight: 1
- obsolescence: 1
- steelwork erected after 1970 0
- significant section loss due to corrosion: 2
- signs of fire exposure: 1
- evidence of plasticity observed in the steel surface or corrosion protection: 2
- steelwork object to fatigue: 1
- safety of disassembly: 2
- consistency of original design principle to DfD principle: 2
- Disassembly Index: 13



Pannello in cemento-amianto/ Asbestos-cement panel: Values:

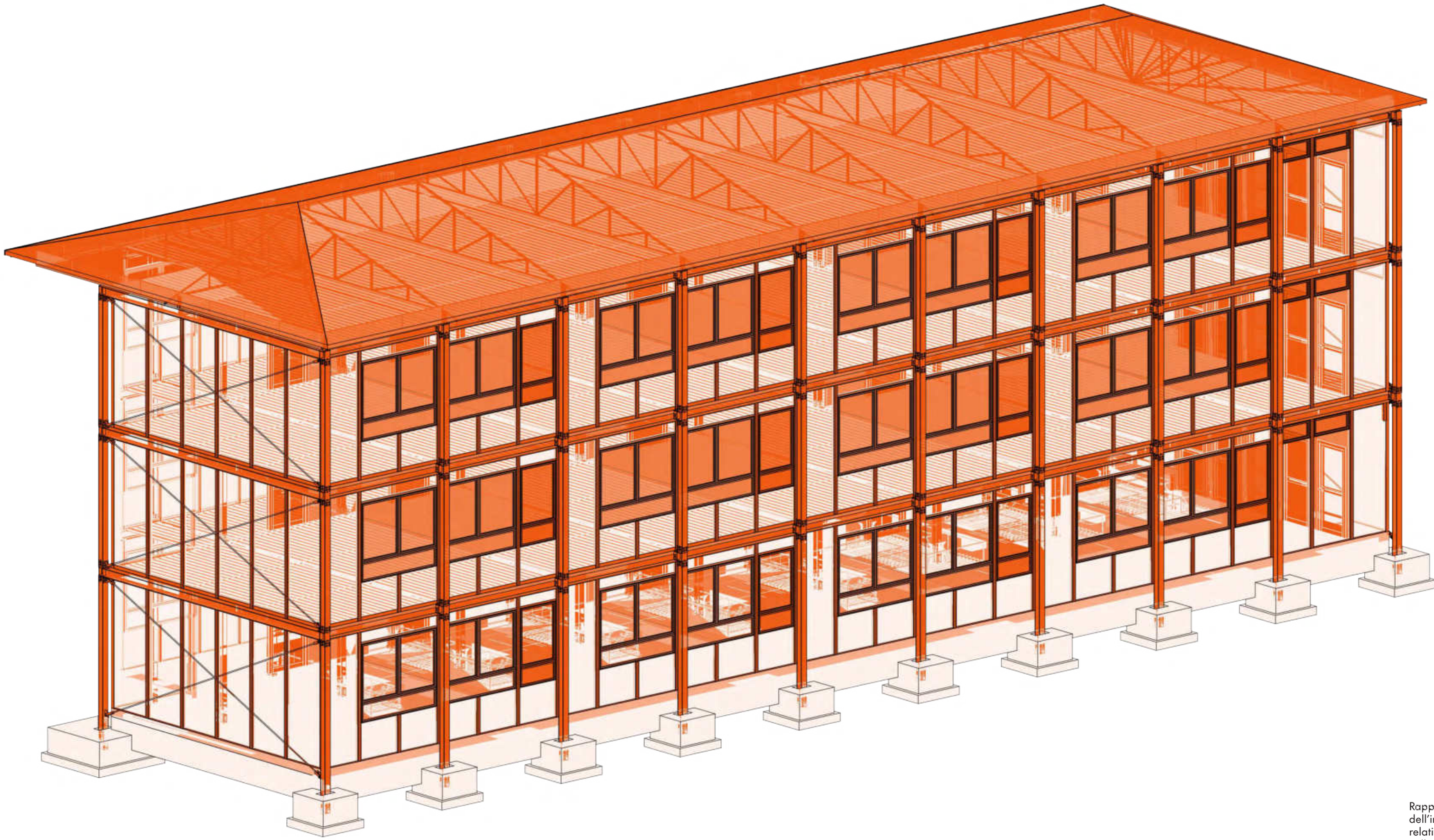
- ease of access: 1
- independence: 2
- reversible connection 2
- standardization: 2
- weight: 2
- obsolescence: 2
- safety of disassembly: 0
- consistency of original design principle to DfD principle: 2
- Disassembly Index: -

DISASSEMBLY



Il parametro “Disassembly index” è determinato dalla combinazione dei valori associati ai “parametri di disassemblaggio”, utilizzati per valutare tutti gli aspetti relativi al potenziale di disassemblaggio dei singoli componenti.

The "Disassembly Index" parameter is determined by the combination of values associated with the "disassembly parameters," which are used to assess all aspects related to the disassembly potential of individual components.

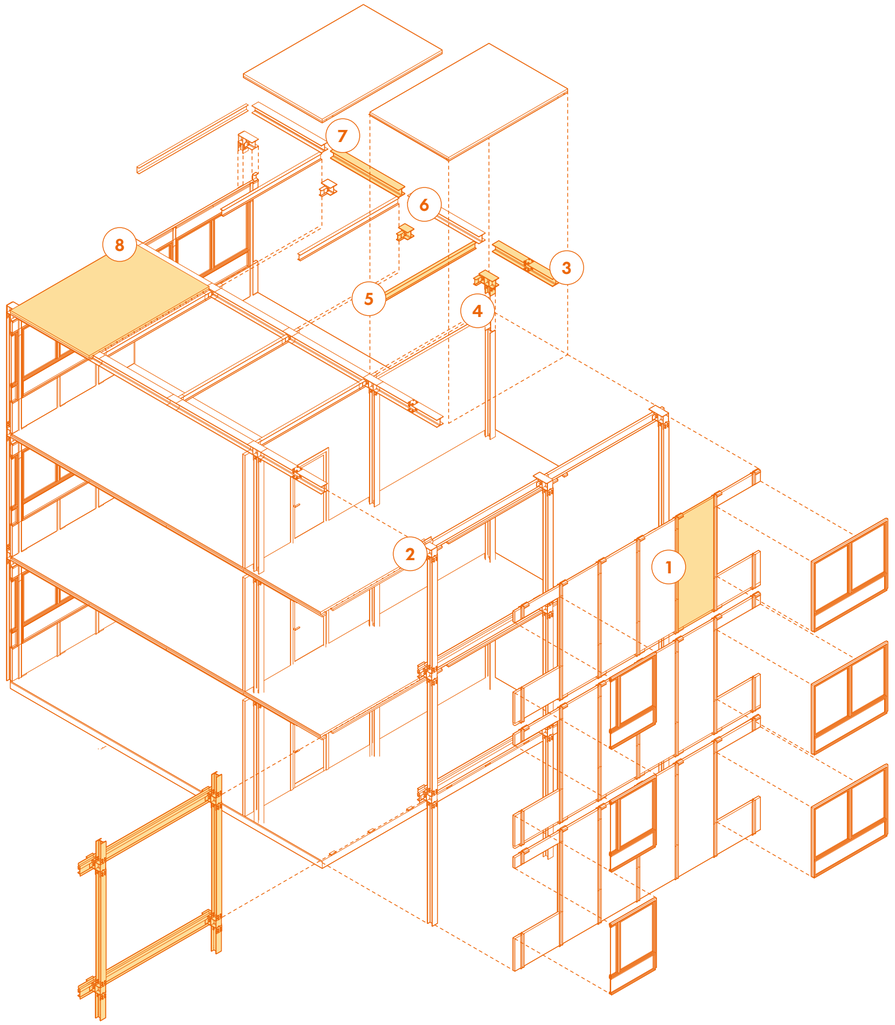


Rappresentazione schematica dell’indice di disassemblaggio relativo a ciascun componente nella vista assonometrica di un edificio del complesso scolastico.

Schematic representation of the disassembly index for each component in the axonometric view of a building within the school complex.

Schema di smontaggio generale

General disassembly scheme



1. Pannello di facciata
2. Struttura di facciata (Cellula)
3. Trave
4. Nodo strutturale di facciata
5. Trave secondaria
6. Trave primaria
7. Nodo strutturale interno
8. Pannello solaio

1. Façade panel
2. Façade structure (Cell)
3. Beam
4. Façade structural node
5. Secondary beam
6. Primary beam
7. Internal structural node
8. Floor panel

Testo/Text Giulio Basileo, Carlotta Fasano, Jacopo Gasparotto, Giulia Sergi e Frank Alexander Ramirez Gaitan

A partire dalla documentazione tecnica prodotta dall'azienda TecnoSider S.p.A. in merito alle scuole prefabbricate, si è ragionato sul processo di smontaggio dell'Istituto Tecnico Industriale Alessandro Volta di Tivoli, ripercorrendo "a ritroso" i passaggi descritti nello schema di montaggio.

Lo smontaggio, pertanto, dovrà avvenire dall'alto verso il basso, rimuovendo in primo luogo la copertura con la relativa struttura.

In seguito le operazioni di smontaggio avverranno piano per piano, fino ad arrivare al piano terra, attraverso le seguenti fasi:

1. Taglio del solaio in corrispondenza delle travi e rimozione dei pannelli ottenuti mantenendo intatta la stratigrafia;

2. Rimozione dei pannelli di facciata dall'interno;

3. Taglio delle travi in acciaio in prossimità dei nodi e rimozione delle stesse;

4. Taglio dei pilastri in prossimità dei nodi e rimozione di tali elementi;

Nonostante la struttura dell'edificio sia stata realizzata a secco, la rimozione dei bulloni per separare travi e pilastri risulta impraticabile a causa del deterioramento dovuto al passare del tempo e dello spesso strato di vernice che li rende un tutt'uno con la struttura, inoltre i nodi, essendo stati brevettati, racchiudono un forte valore storico. Per questi motivi si è deciso di smontare la struttura tagliando travi e pilastri in prossimità dei nodi, mantenendo questi ultimi intatti.

Inoltre, la volontà di recuperare il maggior numero possibile di elementi da valorizzare e reimmettere sul mercato, da un lato, e di mantenere l'identità storica del fabbricato, dall'altro, ha portato alla produzione di due differenti esplosi assonometrici:

- schema di smontaggio basato sul criterio di efficienza, dove si opera per recuperare il maggior numero di elementi semplici da reimmettere sul mercato;

- schema di smontaggio basato sul criterio di conoscenza del progetto originario e di valorizzazione della sua identità storica, in questo caso in fase di smontaggio si opera per recuperare elementi compositi, come moduli di facciata, caratteristici dell'edificio.

Starting from the technical documentation produced by the company TecnoSider S.p.A. regarding prefabricated schools, the dismantling process of the Alessandro Volta Technical Industrial Institute in Tivoli was considered by retracing the steps described in the assembly scheme "in reverse."

Therefore, the dismantling should proceed from top to bottom, first removing the roof along with its structure. Subsequently, the dismantling operations will take place floor by floor, down to the ground floor, through the following phases:

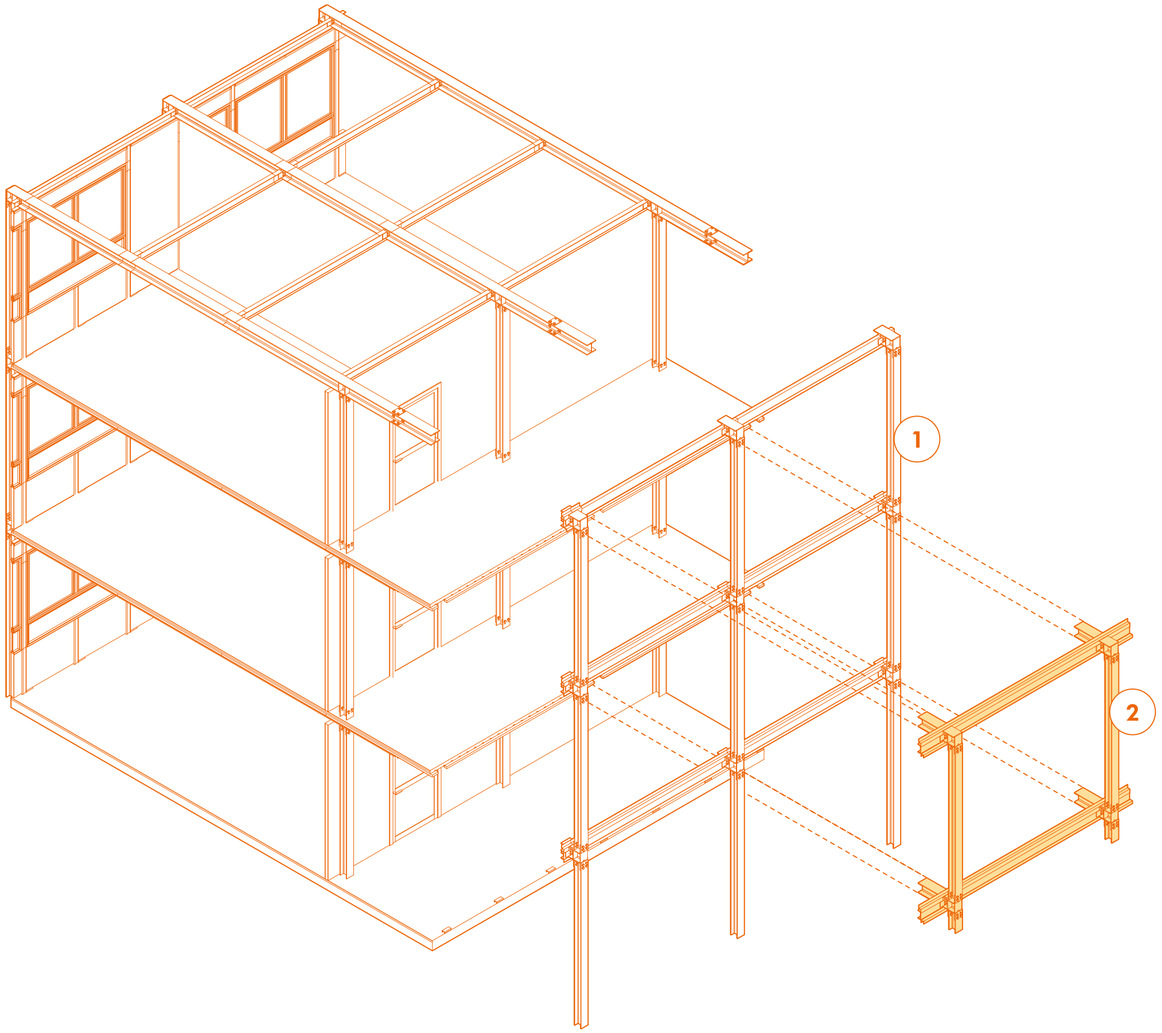
1. Cutting the floor slab at the beams and removing the obtained panels while keeping the stratigraphy intact;
2. Removing the façade panels from the inside;
3. Cutting the steel beams near the nodes and removing them;
4. Cutting the columns near the nodes and removing these elements.

Although the building's structure was constructed using dry methods, removing the bolts to separate beams and columns is impractical due to deterioration over time and the thick layer of paint that makes them an integral part of the structure. Additionally, the nodes, being patented, hold significant historical value. For these reasons, it was decided to dismantle the structure by cutting the beams and columns near the nodes, keeping the latter intact.

Furthermore, the intention to recover as many elements as possible to be restored and reintroduced to the market, on one hand, and to maintain the historical identity of the building, on the other, led to the production of two different exploded axonometric diagrams:

- a dismantling scheme based on efficiency criteria, where the aim is to recover the maximum number of simple elements to be reintroduced to the market;

- a dismantling scheme based on the understanding of the original project and the enhancement of its historical identity, in which case the dismantling aims to recover composite elements, such as façade modules, characteristic of the building.



1. Struttura di facciata (Cellula)
2. Cellula struttura di facciata

1. Façade structure (Cell)
2. Cell façade structure

Smontaggio del solaio
Floor disassembly scheme

Testo/Text Carlotta Fasano

I solai dell'Istituto Volta sono caratterizzati da una stratigrafia composta da lamiera grecata a vista contenente vermiculite di spessore 4 cm, massetto in calcestruzzo di spessore 3 cm, sottofondo in calcestruzzo di preparazione per pavimento di spessore 3 cm e pavimentazione in materiale vinilico tipo Linoleum di spessore 0,5 cm.

La presenza di due strati in calcestruzzo vincola le operazioni di smontaggio, tuttavia, la lamiera grecata in pannelli che poggiano sulle travi secondarie, permette di individuare una griglia secondo la quale suddividere il solaio per tagliarlo, mantenendo la stratigrafia originaria e ottenere pannelli di dimensioni ridotte da poter reimmettere sul mercato.

Pertanto, le operazioni di smontaggio prevedono le seguenti fasi:

1. Taglio di un blocco di solaio di dimensioni 3,10 m x 2,40 m, in corrispondenza delle travi principali e secondarie;

2. Rimozione del blocco tagliato e posa a terra di tale elemento;

3. Taglio in mezzeria del blocco al fine di ottenere due pannelli di dimensioni 1,20 m x 3,10 m.

The floors of the Volta Institute are characterized by a stratigraphy consisting of exposed corrugated steel sheets containing vermiculite with a thickness of 4 cm, a concrete screed 3 cm thick, a concrete subfloor for preparing the 3 cm thick flooring, and a vinyl flooring material such as Linoleum with a thickness of 0.5 cm.

The presence of two layers of concrete constrains the dismantling operations. However, the corrugated metal sheets in panels resting on the secondary beams allow for identifying a grid according to which the floor can be subdivided, maintaining the original stratigraphy and obtaining smaller panels that can be reintroduced to the market.

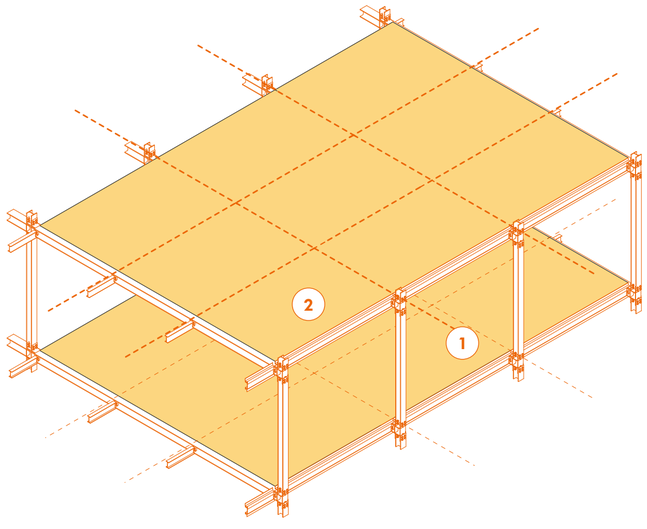
Therefore, the dismantling operations include the following phases:

1. Cutting a floor block measuring 3.10 m x 2.40 m along the main and secondary beams;

2. Removing the cut block and placing it on the ground;

3. Cutting the block in the middle to obtain two panels measuring 1.20 m x 3.10 m.

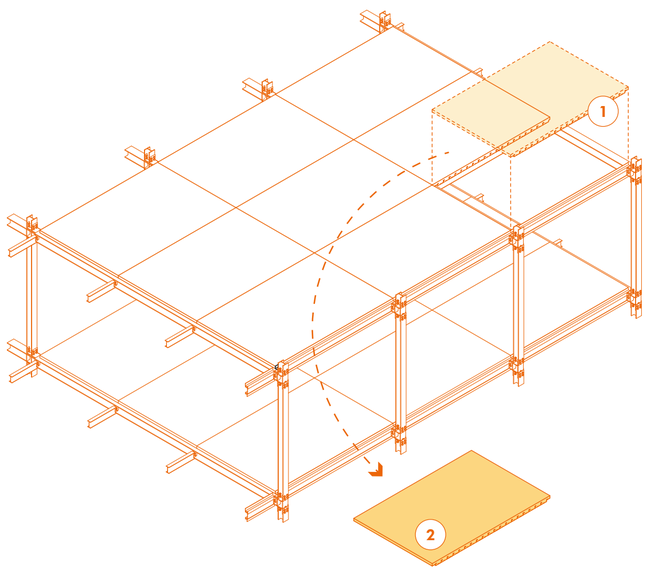
Step 1
Identificazione dei moduli base



Assi divisori del solaio in moduli (2.40m x 3.10m)

1. Assi divisori del solaio
2. Modulo (2.40m x 3.10m) di solaio da sezionare

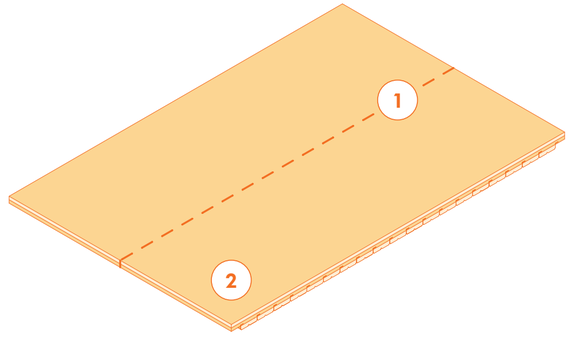
Step 2
Posizionamento a terra



Modulo di solaio (2.40m x 3.10m), posizionato a terra

1. Modulo (2.40m x 3.10m) di solaio sezionato
2. Modulo (2.40m x 3.10m) posizionato a terra per successivi processi di upcycling

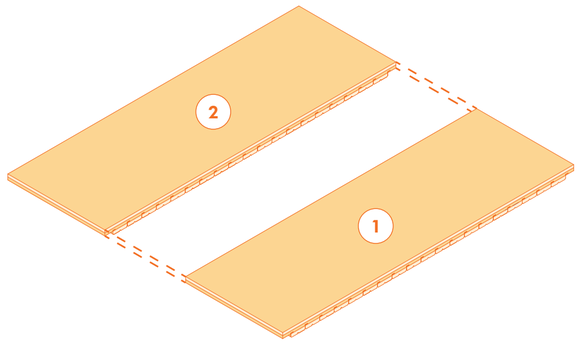
Step 3
Identificazione dei pannelli (1.20M X 3.10M)



Asse divisorio del pannello a terra (2.40m x 3.10m) in moduli (1.20m x 3.10m)

1. Asse divisorio del modulo (2.40m x 3.10m) posizionato a terra
2. Sub-modulo (1.20m x 3.10m)

Step 4
Taglio dei Pannelli (1.20m x 3.10m)

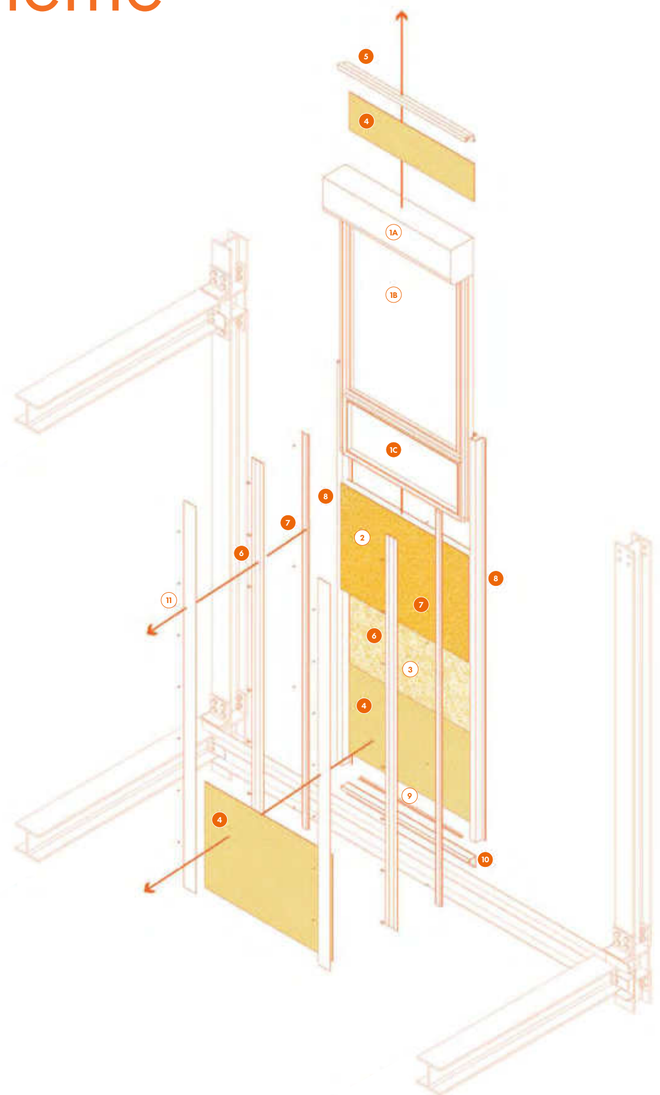


Divisione del modullo (2.40m x 3.10m) nei pannelli (1.20m x 3,10m)

Divisione del modullo (2.40m x 3.10m) nei pannelli (1.20m x 3,10m)

Smontaggio del pannello di facciata

Façade panel disassembly scheme



1A. Serramento (cassonetto avvolgibile)
1B. Serramento (sezione superiore)
1C. Serramento (sezione inferiore - riuso)
2. Pannello cemento amianto
3. Pannello in polistirolo
4. Pannello in formica (riuso)
5. Scossalina superiore (riuso)
6. Montante interno (riuso)
7. Elemento di giunzione (riuso)
8. Montante esterno (riuso)
9. Elemento di supporto ai pannelli (3) e (4)
10. Scassalina inferiore d'appoggio (riuso)
11. Piattina metallica di chiusura

Testo/Text Jacopo Gasparotto

Il modulo è costituito da un pannello di tamponamento in amianto, inserito all'interno di un involucro metallico nella parte inferiore, il quale funge da supporto e permette il collegamento con una scossalina a forma di "S", la quale contribuisce al contenimento del getto di calcestruzzo del solaio e consente il collegamento con la trave secondaria di bordo visibile in facciata. Sulla parte superiore del pannello in amianto è installato il telaio dell'infisso, integrato con un cassonetto per l'avvolgibile, mascherato da un secondo pannello di amianto più piccolo. Sulla sommità del pannello è presente un ulteriore elemento scatolare per il suo fissaggio alla parte superiore. Ai suoi lati sono presenti montanti composti da tre elementi con una feritoia dedicata all'alloggiamento del pannello.

In anni recenti, sono stati inseriti pannelli in polistirolo di 1,5 cm e sostituiti i serramenti, insieme alla messa in sicurezza dei moduli attraverso operazioni di sigillatura del pannello in amianto dal lato interno ed esterno, con pannelli di formica di 0,5 cm di spessore. All'interno, per mantenere uno spessore del modulo compatibile con quello del nuovo serramento, si ipotizza siano state deformate e appiattite le alette a "farfalla" dei montanti, per poi posizionare il pannello in formica, fissato con una piattina metallica in prossimità dei montanti.

Fasi di smontaggio:

1. Rimozione della piattina metallica di chiusura attraverso l'estrazione dei chiodi di fissaggio e l'estrazione del pannello in formica.

2. Disinstallazione dell'intero modulo mediante lo sblocco della scossalina superiore, che funge da chiusura della cornice del modulo.

3. Smontaggio dei montanti del modulo che trattengono i vari strati, rimuovendo il montante interno e l'elemento di giunzione.

4. Apertura della cornice, permettendo la rimozione dei vari componenti dall'alto, in ordine: il piccolo pannello in formica, il serramento, il pannello in cemento amianto, il pannello in polistirolo, e il pannello in formica esterno.

5. Rimozione dei due montanti esterni, dell'elemento di supporto inferiore dei pannelli, e della scossalina inferiore di appoggio.

The module consists of an asbestos infill panel, inserted inside a metal casing at the bottom, which acts as a support and allows connection with an "S"-shaped flashing, which contributes to the containment of the concrete slab casting and allows connection with the secondary edge beam visible on the façade. On the top of the asbestos panel is installed the window frame, integrated with a shutter box, masked by a second, smaller asbestos panel. On the top of the panel is an additional box element for its attachment to the top. On its sides are uprights composed of three elements with a slot dedicated to housing the panel.

In recent years, 1.5-cm polystyrene panels were inserted and the window frames replaced, along with the securing of the modules through sealing operations of the asbestos panel from the inner and outer sides with 0.5-cm thick formica panels. On the inside, in order to maintain a module thickness compatible with that of the new window frame, it is assumed that the "butterfly" fins of the uprights were deformed and flattened, and then the formica panel was placed, secured with a metal plate near the uprights.

Disassembly steps:

1. Removal of the metal locking strip by pulling out the fastening nails and pulling out the formica panel.

2. Uninstalling the entire module by unbolting the top flashing, which serves as the module frame closure.

3. Disassembly of the module uprights that hold the various layers, removing the inner upright and the joint element.

4. Opening the frame, allowing removal of the various components from the top, in order: the small formica panel, the window frame, the asbestos cement panel, the polystyrene panel, and the outer formica panel.

5. Removal of the two outer mullions, the lower panel support element, and the lower support flashing.

Rimozione e smaltimento amianto

Asbestos removal disposal

Testo/Text Carlo Vannini

La bonifica tramite rimozione dell'amianto è un processo che mira allo smaltimento sicuro del materiale contenente il minerale. In sostanza, questa tecnica di bonifica dell'amianto comporta l'eliminazione fisica del materiale di asbesto, consentendo di rimuovere completamente la presenza di amianto.

Asbestos remediation through removal is a process aimed at the safe disposal of material containing the mineral. Essentially, this asbestos remediation technique involves the physical elimination of asbestos material, allowing for its complete removal.

Fasi:

1. La fase iniziale coinvolge un sopralluogo per valutare la quantità e lo stato dei materiali contenenti amianto.

2. È necessario presentare una notifica all'organo di vigilanza competente per territorio (art. 250 D.Lgs. 81/08), nella quale si include una breve descrizione dei seguenti aspetti:

- Posizione del sito di lavoro;

- Tipi e quantità di amianto utilizzati;

- Attività e i processi impiegati;

- Numero di lavoratori coinvolti;

- Data di inizio e durata prevista dei lavori;

- Misure adottate per ridurre l'esposizione dei lavoratori all'amianto.

3. Successivamente, dopo le procedure burocratiche, si procede con:

- Incapsulamento del materiale per rinforzare le fibre e contenere la dispersione durante la rimozione;

- Bonifica delle superfici a contatto con l'amianto;

- Rimozione dei manufatti contenenti amianto;

- Smaltimento dei rifiuti speciali generati.

Phases:

1. The initial phase involves an inspection to assess the quantity and condition of asbestos-containing materials.

2. A notification must be submitted to the relevant supervisory authority for the territory (art. 250 D.Lgs. 81/08), which includes a brief description of the following aspects:

- Location of the work site;

- Types and quantities of asbestos used;

- Activities and processes employed;

- Number of workers involved;

- Start date and expected duration of the work;

- Measures adopted to reduce workers' exposure to asbestos.

3. Subsequently, after the bureaucratic procedures, the following steps are carried out:

- Encapsulation of the material to reinforce the fibers and contain dispersion during removal;

- Remediation of surfaces in contact with asbestos;

- Removal of asbestos-containing artifacts;

- Disposal of the generated special waste.

Note generali e procedure

La rimozione[1] dei manufatti contenenti amianto cemento diviene obbligatoria quando le condizioni della matrice cementizia sono in evidente stato di degrado, rendendola friabile alla pressione e liberando le fibre di amianto nell'ambiente circostante. È rigidamente regolata dalle leggi vigenti per garantire sia la salute pubblica sia la salute degli addetti alla rimozione, e non ci può essere la rimozione eternit senza un'autorizzazione delle autorità competenti[2].

General Notes and Procedures:

The removal of asbestos cement artifacts[1] becomes mandatory when the cement matrix is evidently degraded, making it friable under pressure and releasing asbestos fibers into the surrounding environment. This is strictly regulated by current laws to ensure both public health and the health of the removal workers, and asbestos removal cannot proceed without authorization from the competent authorities[2].

The removal must follow these steps:

La rimozione dovrà avvenire seguendo i successivi step:

- La bonifica inizia con l'incapsulamento dei materiali avente, in questo caso, la funzione di impedire la dispersione di fibre di amianto durante le fasi di rimozione e trasporto delle lastre ed avviene mediante impregnazione a spruzzo di incapsulante fissativo in dispersione acquosa ad alta penetrazione aspersa sino a saturazione sull'intera superficie.

- Dopo l'incapsulamento si provvede a smontare con particolare cautela le singole lastre ed accatastarle su un pallet per poi essere stoccate in un'area delimitata del cantiere.

- Durante lo smontaggio si dovranno aspirare le eventuali polveri dovute alla rimozione di rivetti o viti di fissaggio delle lastre, così come le polveri presenti sull'intelaiatura del tetto.

- Il pallet deve essere a sua volta protetto con una copertura in plastica che impedisca una immissione accidentale delle fibre nell'ambiente e le eventuali macerie o rifiuti dovuti alle operazioni di smontaggio devono essere raccolti e richiusi in sacchi impermeabili e opportunamente etichettati.

- L'area di stoccaggio del cantiere deve essere delimitata e provvista di cartelli segnalanti il pericolo di amianto, e lo smaltimento dell'amianto deve avvenire quanto prima, riducendo al minimo indispensabile lo stoccaggio nell'area preposta.

- I pannelli rimossi saranno poi inviati ad un centro di raccolta/discarica autorizzata.

- Una volta terminata la rimozione verranno rilevati i valori di amianto presenti e se questi risulteranno essere a norma, l'incaricato della ASL rilascerà la certificazione di restituibilità dell'area.

- Remediation begins with the encapsulation of materials, which in this case, serves to prevent the dispersion of asbestos fibers during the removal and transport phases of the sheets. This is done by impregnating the entire surface with a spray of high-penetration fixative encapsulant in an aqueous dispersion until saturation.

- After encapsulation, individual sheets are carefully dismantled and stacked on a pallet to be stored in a designated area of the site.

- During dismantling, any dust resulting from the removal of rivets or screws fastening the sheets, as well as dust on the roof framework, must be vacuumed.

- The pallet must be protected with a plastic cover to prevent accidental release of fibers into the environment, and any debris or waste from the dismantling operations must be collected and sealed in impermeable, properly labeled bags.

- The storage area on the site must be enclosed and marked with signs indicating the asbestos hazard, and asbestos disposal should occur as soon as possible, minimizing storage time.

- The removed panels will be sent to an authorized collection/disposal center.

- Once removal is complete, asbestos levels will be measured, and if they comply with regulations, the ASL representative will issue a certification for the area's return to normal use.

[1] Rispetto ad altre tecniche, l'eliminazione totale offre vantaggi come la cessazione delle attività di controllo e manutenzione. Tuttavia, comporta costi più elevati, rischi di contaminazione e tempi più lunghi. La rimozione è consigliata per edifici molto danneggiati o in caso di demolizione.

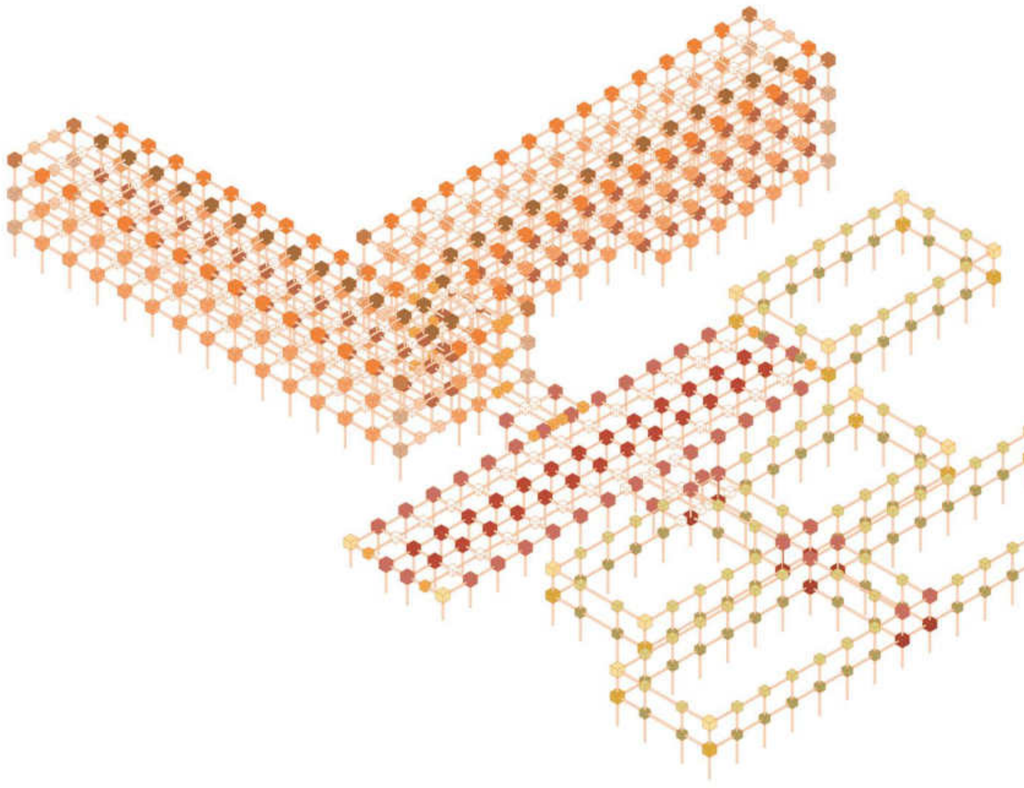
[2] La rimozione dell'amianto deve comunque essere preceduta dalla predisposizione di un piano di lavoro specifico, nel quale sono indicate le misure intraprese per la protezione della salute dei lavoratori e dell'ambiente circostante. Questo piano va presentato al competente ufficio dell'Asl o analoga struttura cui è demandato il compito di controllo, che deve approvare il piano di rimozione entro 30 giorni dalla sua presentazione. Trascorso tale termine senza che sia stata concessa l'autorizzazione o la richiesta di integrazione dei punti ritenuti carenti del piano, per il principio del silenzio-assenso i lavori si intendono autorizzati.

[1] Compared to other techniques, total elimination offers advantages such as the cessation of control and maintenance activities. However, it involves higher costs, contamination risks, and longer timeframes. Removal is recommended for severely damaged buildings or in the case of demolition.

[2] Asbestos removal must be preceded by the preparation of a specific work plan, which outlines the measures taken to protect the health of workers and the surrounding environment. This plan must be submitted to the competent ASL office or a similar oversight body, which is responsible for approval. The removal plan must be approved within 30 days of submission. If this period elapses without authorization or a request for additional information on deficient aspects of the plan, the work is considered authorized by the principle of tacit consent.

Smontaggio dei nodi strutturali

Structural nodes



- No. 1-1 (Categoria di nodo 1, sottocategoria 1)
- No. 1-2 (Categoria di nodo 1, sottocategoria 2)
- No. 2-1 (Categoria di nodo 2, sottocategoria 1)
- No. 2-2 (Categoria di nodo 2, sottocategoria 2)
- No. 3-1 (Categoria di nodo 3, sottocategoria 1)
- No. 3-2 (Categoria di nodo 3, sottocategoria 2)
- No. 4-1 (Categoria di nodo 4, sottocategoria 1)
- No. 4-2 (Categoria di nodo 4, sottocategoria 2)
- No. 4-3 (Categoria di nodo 4, sottocategoria 3)
- No. 4-4 (Categoria di nodo 4, sottocategoria 4)
- No. 5-1 (Categoria di nodo 5, sottocategoria 1)
- No. 5-2 (Categoria di nodo 5, sottocategoria 2)
- No. 5-3 (Categoria di nodo 5, sottocategoria 3)
- No. 5-4 (Categoria di nodo 5, sottocategoria 4)
- No. 6-1 (Categoria di nodo 6, sottocategoria 1)

Testo/Text Frank Alexander Ramirez Gaitan, Wen Quan Zhang

Il processo di smontaggio dell'Istituto Tecnico Industriale Alessandro Volta di Tivoli è stato proposto ponendo un'attenzione specifica ai nodi strutturali degli edifici, per la loro singolarità, il carattere rappresentativo della struttura e il valore storico in quanto parte del brevetto depositato da TecnoSider.

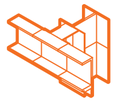
Nel processo di smontaggio sono state individuate sei categorie di nodi, ciascuna con diverse sottocategorie soggette all'implementazione nell'edificio. Queste categorie derivano dal posizionamento, dall'ubicazione e dal funzionamento dei nodi, all'interno dei diversi edifici che compongono la scuola, come ad esempio l'implementazione dei nodi sia per la struttura della facciata esterna che per le strutture interne. Tra queste categorie spicca, per la sua caratteristica volumetrica, il nodo "a fiore", progettato da Barucci e brevettato da TecnoSider.

Il processo di smontaggio prevede il sezionamento delle travi che convergono ai nodi, a 40 cm dai nodi stessi. Procedendo con questo sezionamento, ogni nodo può essere conservato in forma chiara, consentendo un'ulteriore fase di upcycling e riuso, permettendo al contempo di preservare i nodi distintivi della struttura, la loro memoria e il loro valore architettonico.

The disassembly process of the "Istituto Tecnico Industriale Alessandro Volta di Tivoli" has been proposed by having a specific attention to the structural nodes of the buildings, due to their singularity, representative character of the structure, and historical value for being part of the patent filed by TecnoSider.

In the disassembly process, six categories of nodes have been identified, each with different subcategories subjected to the implementation of them in the building. These categories derive from the positioning, location and function of the nodes, within the different buildings that compose the school, such as the implementation of the nodes for both outdoor façade structure and inner structures. Among these categories, the "a fiore" node, stands out, due to its volumetric characteristic, designed by Barucci and patented by TecnoSider.

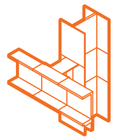
The disassembly process considers the sectioning of the beams that converge at the nodes, at 40 cm from the nodes themselves. By proceeding with this sectioning, each node can be preserved in a clear form, allowing a further step of upcycling and reuse, while allowing the preservation of the distinctive nodes of the structure, their memory and architectural value.



No. 1-1 (Categoria di nodo 1,
sottocategoria 1)
Localizzazione: 2-5-6-7
Quantità: 68



No. 1-2 (Categoria di nodo 1,
sottocategoria 2)
Localizzazione: 1-3
Quantità: 57



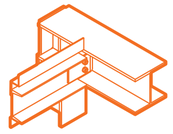
No. 2-1 (Categoria di nodo 2,
sottocategoria 1)
Localizzazione: 2-5-6-7
Quantità: 64



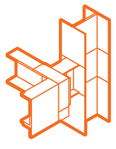
No. 2-2 (Categoria di nodo 2,
sottocategoria 2)
Localizzazione: 1-3-4-5-6
Quantità: 210



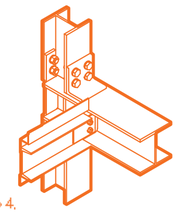
No. 3-1 (Categoria di nodo 3,
sottocategoria 1)
Localizzazione: 1-2-5-6-7
Quantità: 14



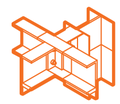
No. 3-2 (Categoria di nodo 3,
sottocategoria 2)
Localizzazione: 3-4
Quantità: 7



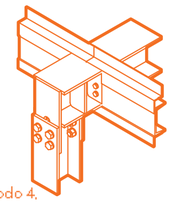
No. 4-1 (Categoria di nodo 4,
sottocategoria 1)
Localizzazione: 2-5-6-7
Quantità: 10



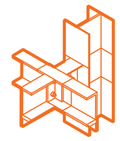
No. 4-2 (Categoria di nodo 4,
sottocategoria 2)
Localizzazione: 3-4
Quantità: 16



No. 4-3 (Categoria di nodo 4,
sottocategoria 3)
Localizzazione: 1-5-6-7
Quantità: 42



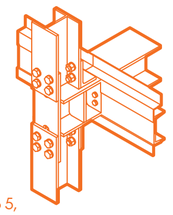
No. 4-4 (Categoria di nodo 4,
sottocategoria 4)
Localizzazione: 3-4
Quantità: 56



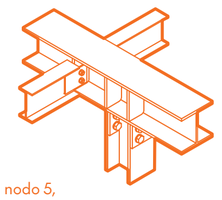
No. 5-1 (Categoria di nodo 5,
sottocategoria 1)
Localizzazione: 5-6-7
Quantità: 10



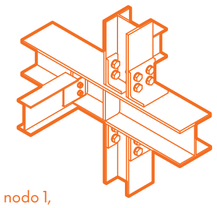
No. 5-2 (Categoria di nodo 5,
sottocategoria 2)
Localizzazione: 1
Quantità: 26



No. 5-3 (Categoria di nodo 5,
sottocategoria 3)
Localizzazione: 3-4
Quantità: 119



No. 5-4 (Categoria di nodo 5,
sottocategoria 4)
Localizzazione: 3-4
Quantità: 29

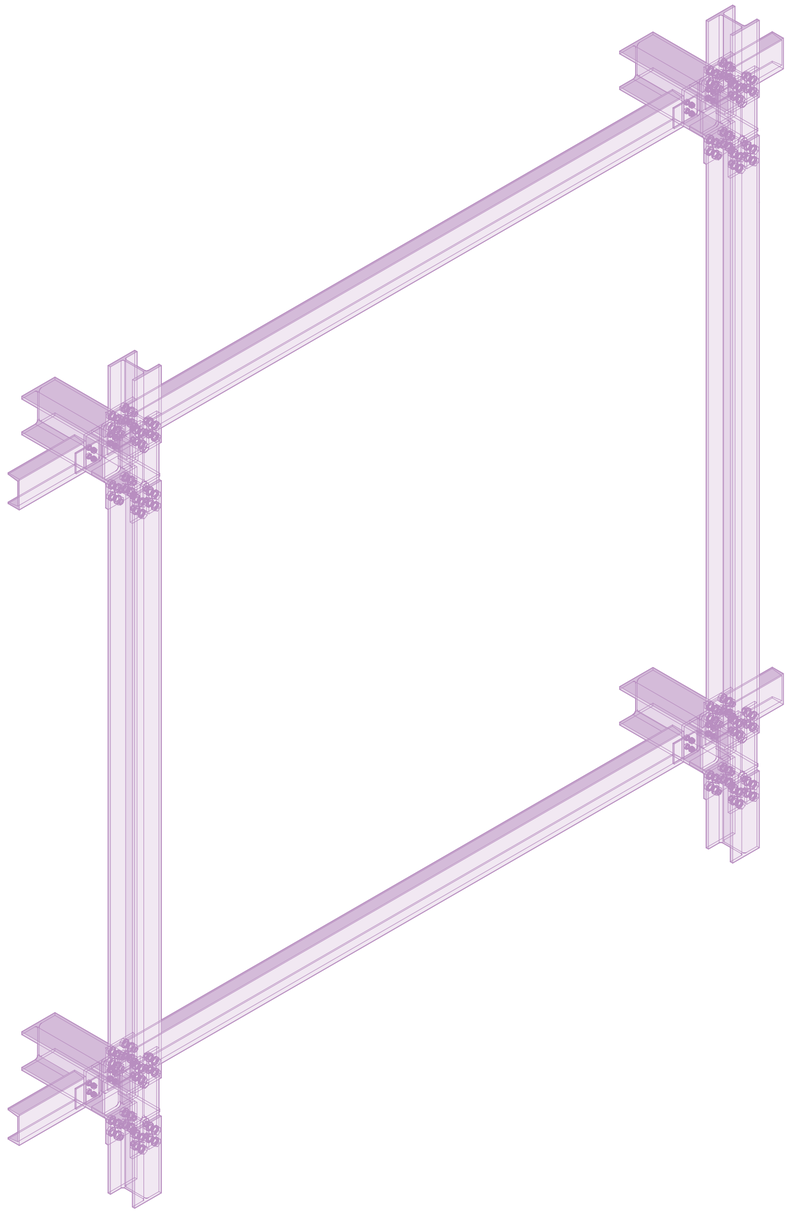


No. 6-1 (Categoria di nodo 1,
sottocategoria 1)
Localizzazione: 3-4
Quantità: 65

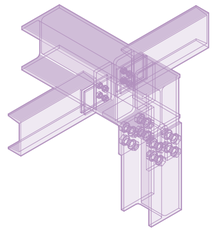
Diagramma dei nodi strutturali.

Structural nodes diagram.

Prefigurazioni di Upcycling
Upcycling Prefigurations



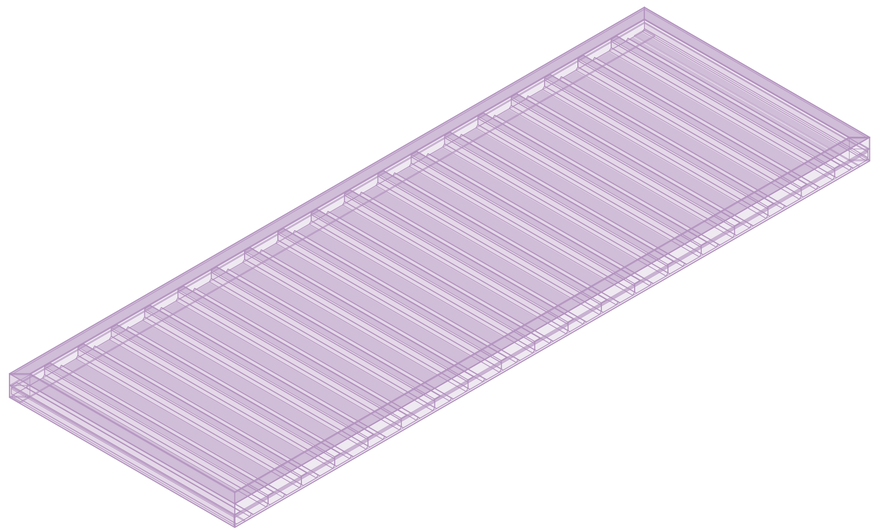
Numero: 8 pezzi (Edificio A)
Misure: 4114x4400x540mm (h,l,p)
Anno: 1964, 2024



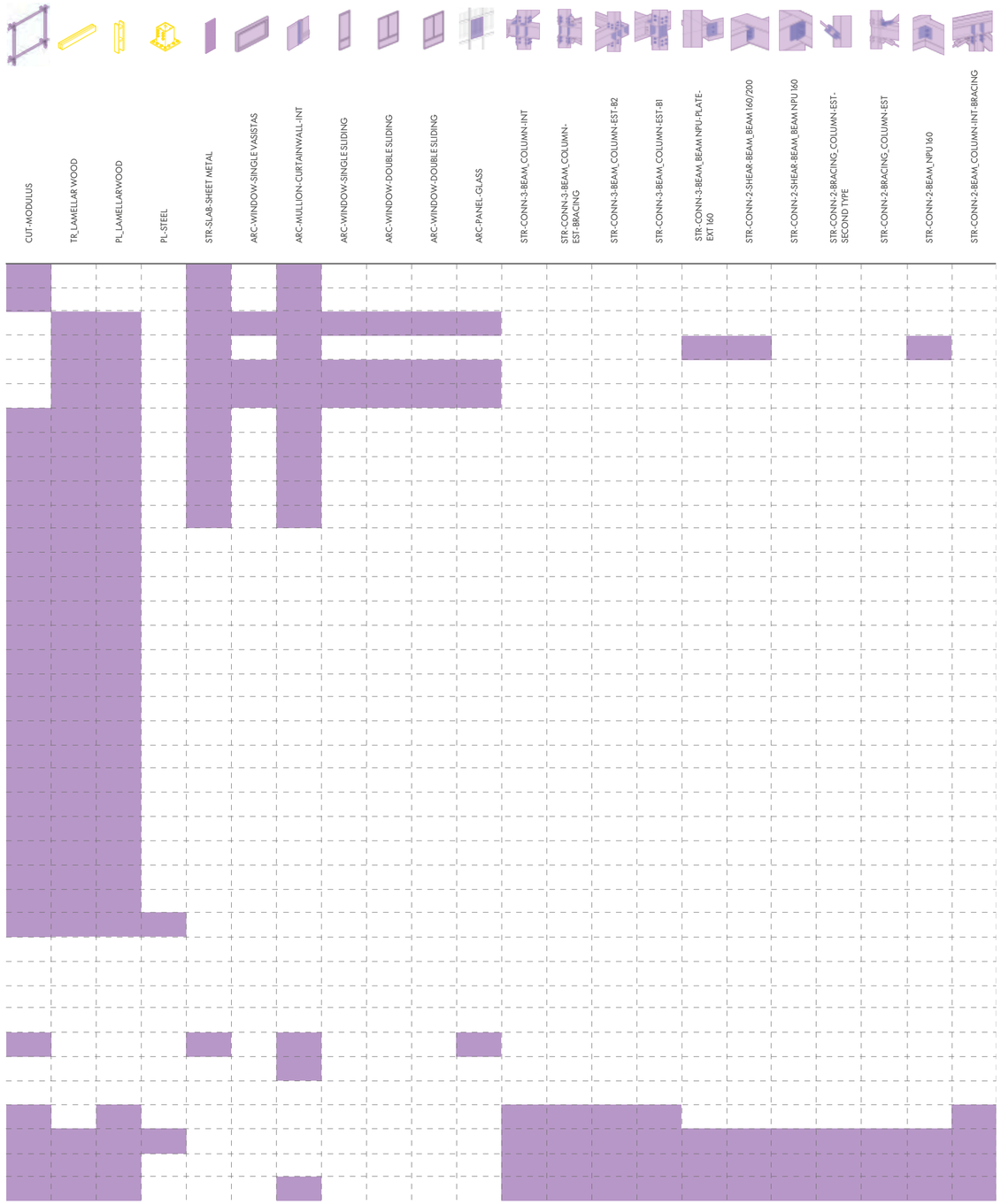
Numero: 18 pezzi (Edficio A)
Misure: 524x800x556mm (h,l,p)
Anno: 1964, 2024

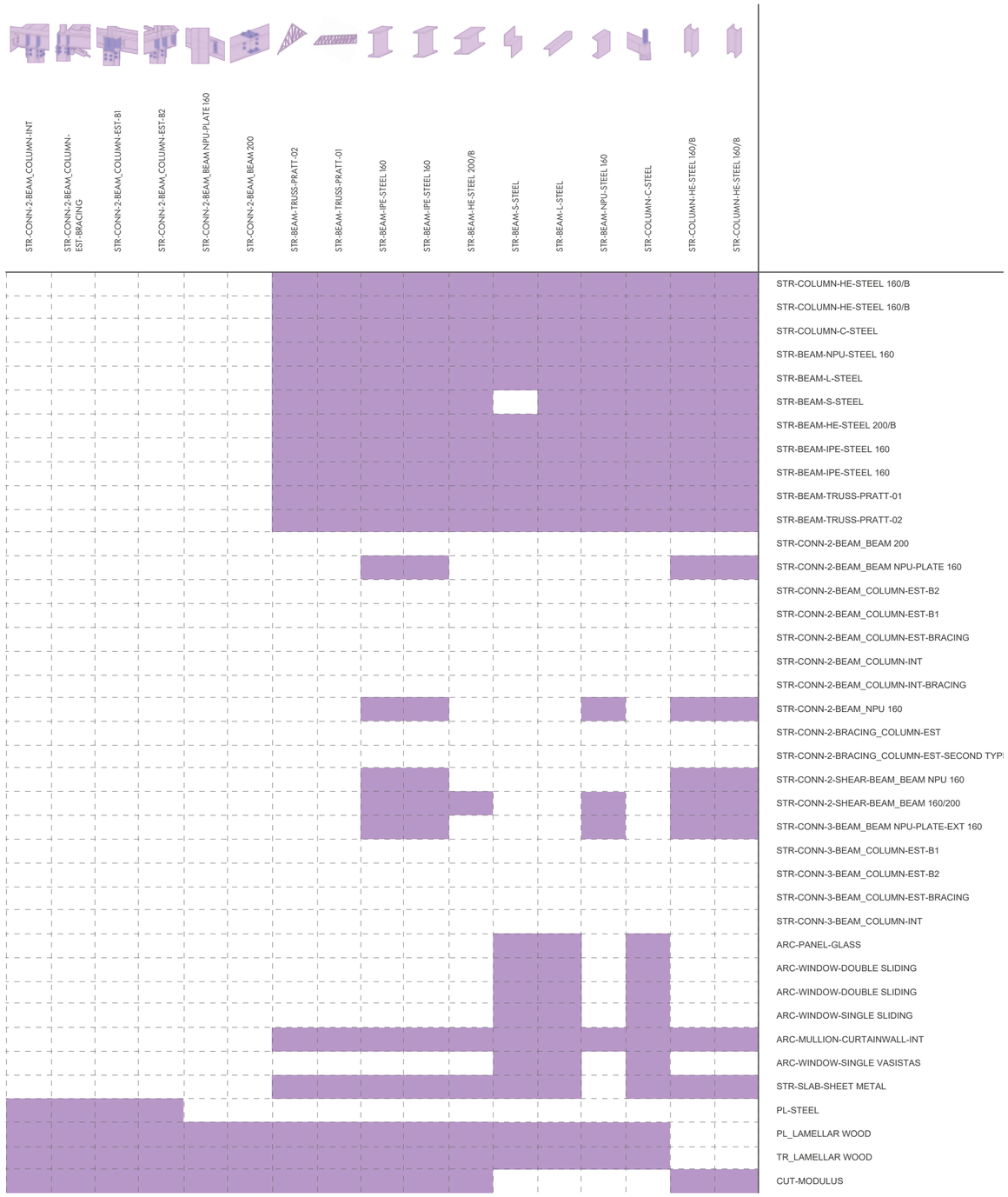
Numero: 72 pezzi (Edificio A)
Misure: 2764x160x160mm (h,l,p)
Anno: 1964, 2024





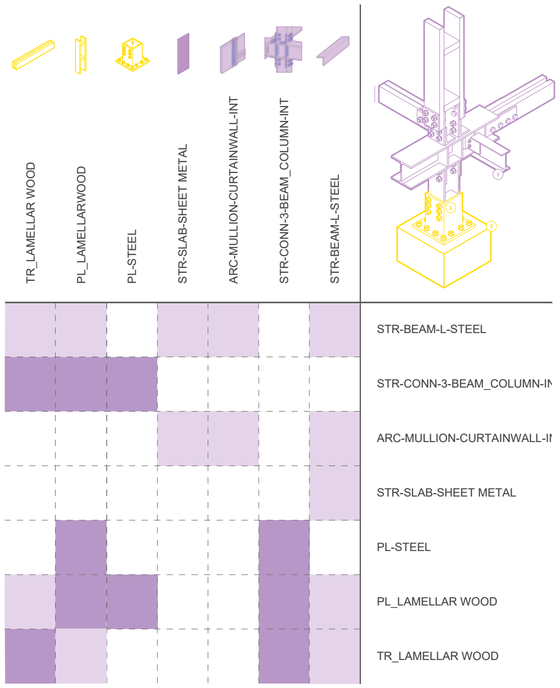
Numero: (n) pezzi (Edficio A)
Misure: 109x3381x1200mm (h,l,p)
Anno: 1964, 2024





L'intenzione di costruire una matrice di assemblaggio nasce dalla possibilità di fornire uno strumento in grado di dare indicazioni progettuali sul potenziale assemblaggio di uno o più elementi fra loro, questo per ricreare delle prefigurazioni composte totalmente o in parte da elementi disassemblati. La matrice esprime il vero scopo delle azioni di upcycle e dimostra come dal disassemblaggio dei vari elementi sia possibile dare vita a composizioni bidimensionali o tridimensionali con funzione strutturale o architettonica. La costruzione della matrice tiene conto di alcune considerazioni che hanno guidato la sua compilazione:
- Ogni nodo tagliato dalla struttura esistente non può essere accoppiato con gli elementi lineari in acciaio di recupero, in quanto non è prevista la riproposizione di situazioni tecnologiche esistenti, avendo queste ultime perso la loro funzione strutturale
- Per ipotizzare le possibili connessioni è necessario ragionare in 3D, poiché anche le sezioni metalliche aventi profili 160 possono connettersi agli elementi con sezioni 200 se poste in trasversale e viceversa.
- Si prevede un declassamento funzionale strutturale degli elementi nella fase di upcycle.
- Gli infissi che ad oggi non rispondono alle prestazioni richieste possono svolgere la funzione di partizioni interne.

The intention of constructing an assembly matrix stems from the possibility of providing a tool capable of giving design indications on the potential assembly of one or more elements with each other, in order to recreate prefigurations composed totally or partially of disassembled elements. The matrix expresses the true purpose of upcycle actions and demonstrates how the disassembly of various elements can give rise to two- or three-dimensional compositions with a structural or architectural function. The construction of the matrix takes into account certain considerations that guided its compilation:
- Each node cut from the existing structure cannot be coupled with the linear elements in recovered steel, as there are no plans to re-propose existing technological situations, as these have lost their structural function
- In order to hypothesise the possible connections, it is necessary to reason in 3D, since even metal sections with 160 profiles can connect to elements with 200 sections if placed transversely and vice versa.
- A structural functional downgrade of the elements is expected in the upcycle phase.
- Frames that do not currently meet the required performance can be used as internal partitions.

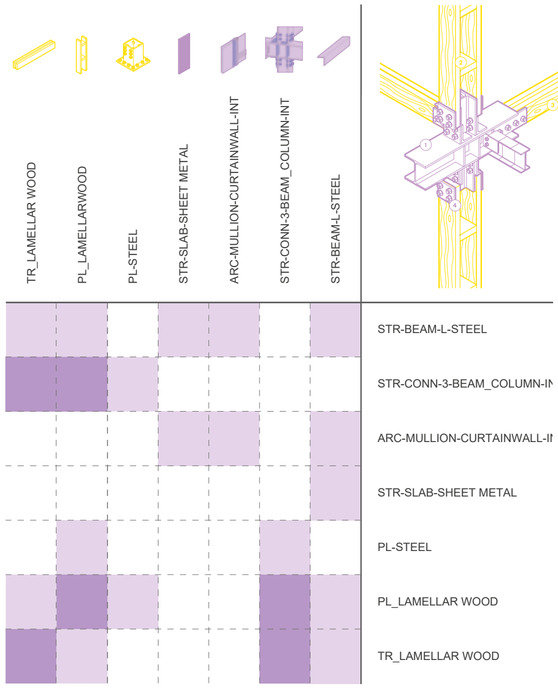


Nodo+Nuova fondazione

La configurazione è in parte composta da elementi originali disassemblati. Essendo presente un elemento-nodo, la prefigurazione presenta di per sé una minore attitudine all'assemblaggio con i restanti elementi disassemblati, ma è caratterizzata da un'elevata adattabilità all'assemblaggio con elementi ex-novo.

Node+New Foundation prefiguration

The configuration is partly composed of disassembled original elements. As there is a node-element, the prefiguration itself has a lower suitability for assembly with the remaining disassembled elements but is characterised by a high suitability for assembly with new elements.



Nodo+Trave/Pilastro

Allo stesso modo della precedente, la seguente configurazione è composta in parte da elementi disassemblati e presenta buone caratteristiche di assemblaggio ex-novo. Allo stesso tempo è versatile nel poter occupare diverse posizioni spaziali all'interno di una potenziale griglia strutturale, non essendo vincolata alla base da un elemento di fondazione.

Node+Beam/Pillar prefiguration

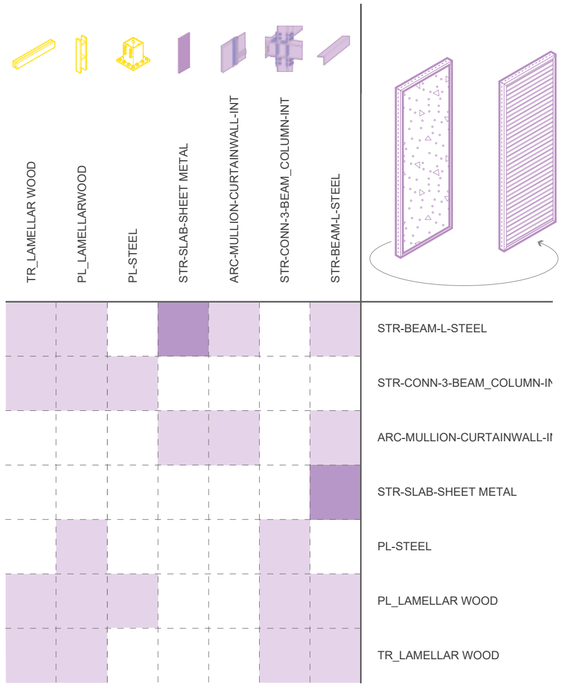
Similarly to the previous one, the following configuration is partly composed of disassembled elements and has good ex-novo assembly characteristics. At the same time, it is versatile in being able to occupy different spatial positions within a potential structural grid, not being constrained at the base by a foundation element.

Pannello di parete

La seguente configurazione è composta totalmente da elementi disassemblati e rappresenta un elemento funzionale finito, presentando una limitata capacità di assemblaggio con gli altri elementi da catalogo; di contro vi è la possibilità di giuntare le medesime configurazioni fra loro.

Wall panel

The following configuration is composed entirely of disassembled elements and represents a finished functional element, presenting a limited capacity for assembly with the other catalogue elements; on the other hand, there is the possibility of joining the same configurations together.

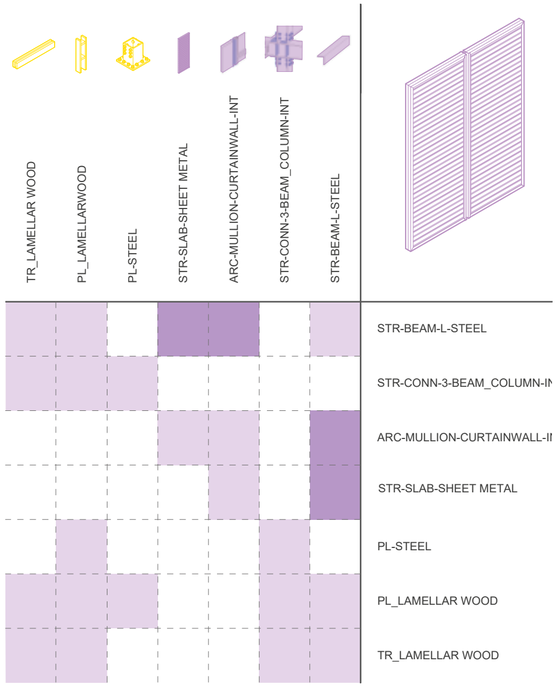


Assemblaggio per moduli di facciata

La configurazione nasce dall'unione di due o più pannelli di facciata mediante l'utilizzo dei profili omega originali disassemblati. Si denota perciò un'esigua compatibilità di assemblaggio della prefigurazione con gli altri elementi da catalogo, mentre può adeguarsi a più ruoli spaziali in qualità di elemento funzionale modulare e ripetibile.

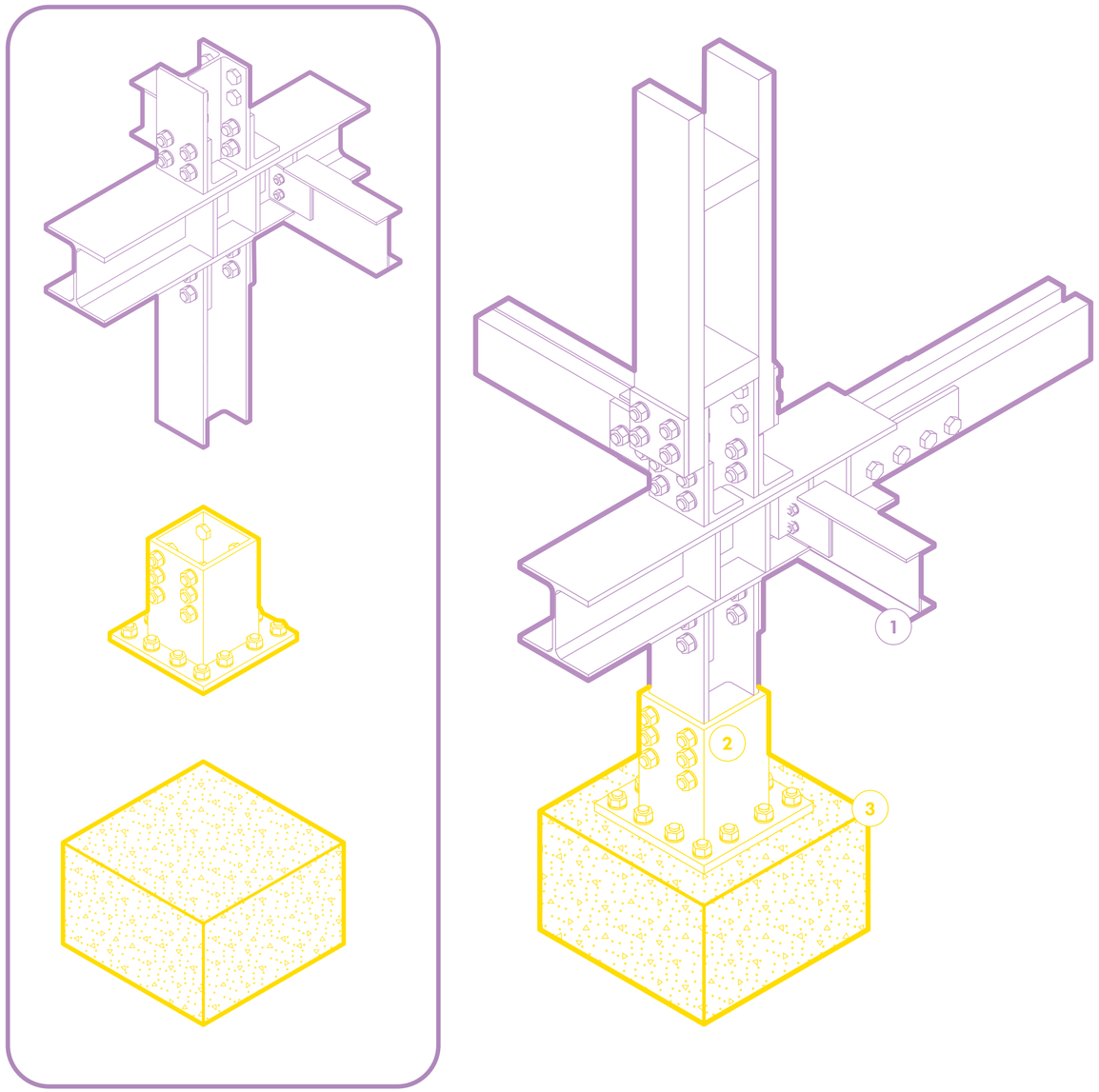
Façade module assembly

The configuration results from the joining of two or more façade panels using the disassembled original omega profiles. It therefore denotes a reduced assembly compatibility of the prefiguration with other catalogue elements, while it can adapt to multiple spatial roles as a modular and repeatable functional element.



Nodo + Nuova Fondazione

Node + New Foundation



1. Nodo interpiano interno (Upcycled) cod. STR-CONN-3-BEAM_COLUMN-INT.
2. Ancoraggio a bicchiere
3. Plinto in Cls. a.

Testo/Text Frank Alexander Ramirez Gaitan

La prefigurazione per l'upcycling del nodo esistente, da utilizzare per una nuova fondazione, propone l'uso di una coppa metallica ancorata alla fondazione con bulloni di ancoraggio in acciaio, che consentono un collegamento rigido e stabile tra la colonna e la base.

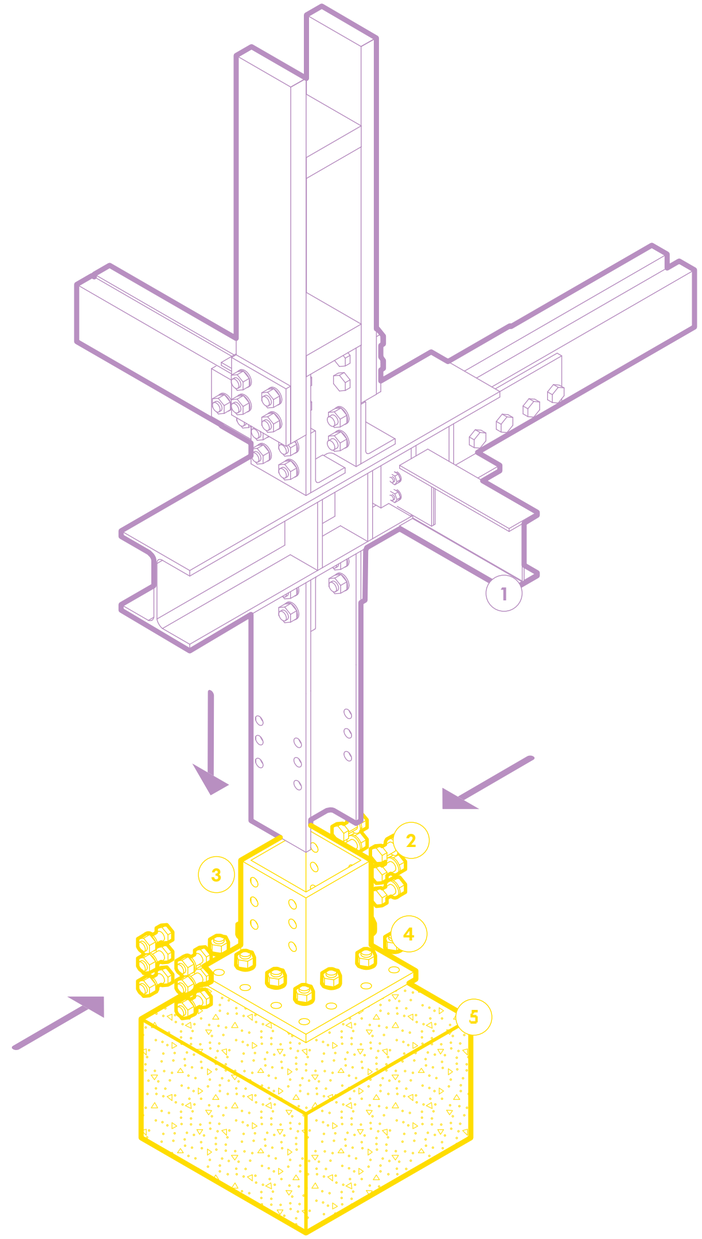
Una volta consolidato il plinto in calcestruzzo, la coppa metallica viene fissata ad esso con l'uso dei bulloni di ancoraggio, che vengono inseriti in base ai fori situati alla base della coppa. Poi, con l'uso di rondelle e dadi ad alta resistenza, i bulloni vengono serrati.

Successivamente, la colonna metallica viene inserita nella coppa e fissata con l'ancoraggio alla coppa metallica, con bulloni aggiuntivi, che vengono utilizzati nei fori situati alla base della colonna, consentendo un collegamento stabile e la distribuzione del carico.

The prefiguration for the upcycling of the existing node, in order to be used for a new foundation, proposes the use of a metal cup anchored to the foundation with steel anchor bolts which allow a rigid and stable connection between the column and the base.

Once the concrete plinth has been strengthened, the metal cup is fixed to it with the use of the anchor bolts, that are inserted according to the holes located at the base of the cup. Then with the use of high-strength washers and nuts the bolts are tightened.

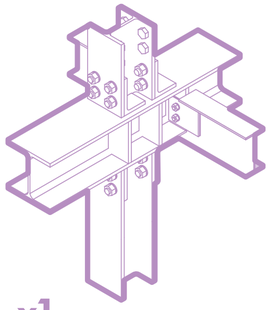
Afterwards, the metal column is inserted into the cup and secured to the metal cup with the anchoring and additional bolts which are used in the holes located at the base of the column, allowing a stable connection, and load distribution.



1. Nodo interpiano interno (Upcycled) cod. STR-CONN-3-BEAM_COLUMN-INT.
2. Bulloni di ancoraggio
3. Ancoraggio a bicchiere
4. Dadi e rondelle
5. Plinto in Cls. a.

Nodo + Trave/Pilastro

Node + Beam/Pillar



x1

Nodo interpiano interno cod. NNNNN

x2

Doppio pilastro in legno lammellare 15x5 cm unito con supporti ad incastro antisvergolamento con passo 50 cm

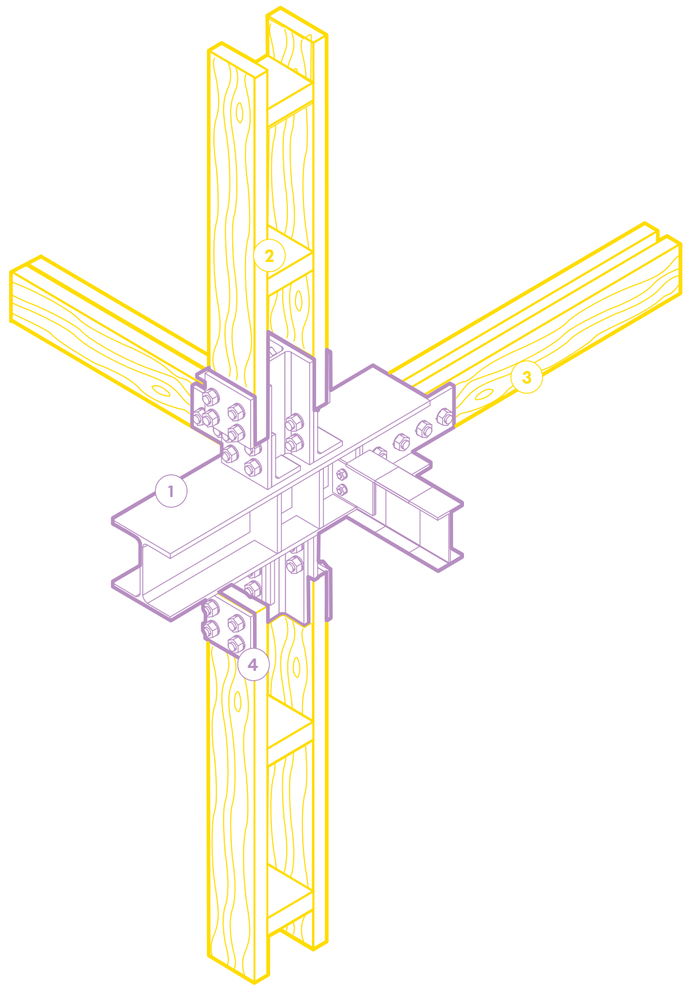
x2

Doppia trave in legno lamellare 15x5 cm



x8

Piastre di recupero con minuteria nuova



Testo/Text Jacopo Gasparotto

La prefigurazione mostra l'integrazione di nuovi componenti e parti riutilizzate. Nello specifico si propone di riutilizzare i nodi interpiano interni in acciaio esistenti cod. NNNN. Il nodo è stato asportato dalla struttura attraverso tagli eseguiti ad una distanza prestabilita pari a 30 cm dal centro del pilastro ciò permette di mantenere il nodo integro in fase di smontaggio e predisposto, tramite i monconi, all'ancoraggio di una nuova struttura. La nuova struttura è costituita da travi e pilastri realizzati in legno lamellare ex novo che vengono accostati a due a due richiamando la forma dei bracci strutturali del nodo.

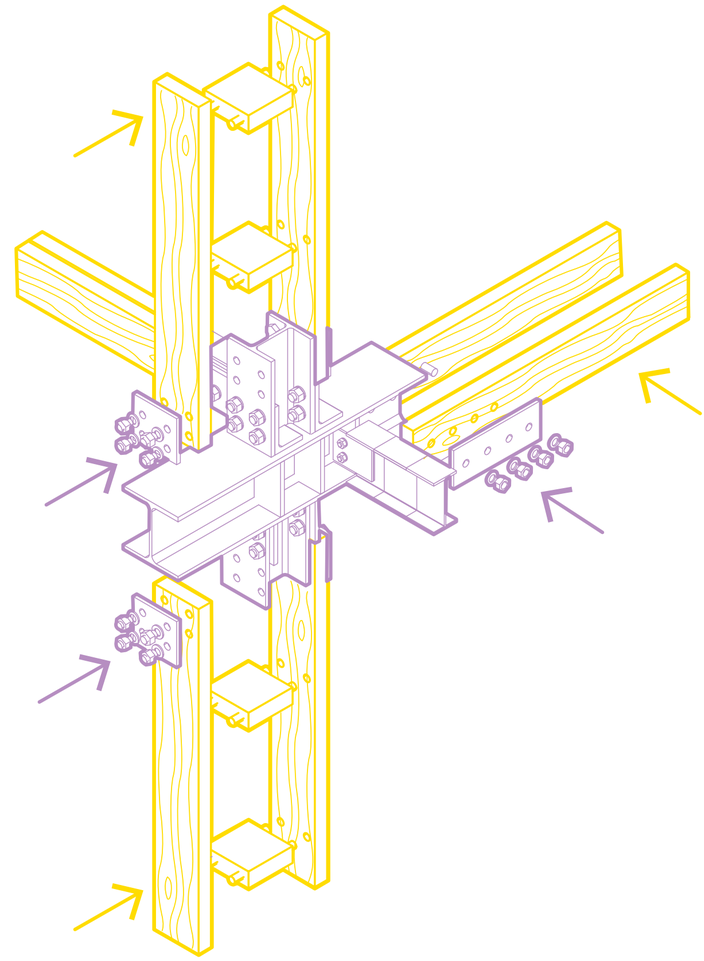
Il fissaggio delle travi in legno lamellare avviene attraverso il loro accostamento all'anima delle travi del nodo in acciaio attraverso il reimpiego di piattine di riuso e minuteria ex novo. I pilastri, come le travi, seguono lo stesso principio di ancoraggio con l'aggiunta ad intervalli di 50 cm di un rinforzo in legno necessario per far collaborare i due elementi pilastro, così da evitare dinamiche di svergolamento per snellezza dovute al carico di punta.

La prefigurazione mista acciaio-legno è modulare e crea un sistema che emula quella originaria. Inoltre, i nodi di riuso possono essere utilizzati come elementi di congiunzione ed ancoraggio per ampliare la struttura in tutte le direzioni o integrare diverse strutture tra loro.

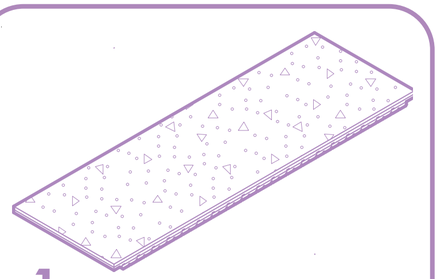
The prefiguration demonstrates the integration of novel components and repurposed parts. In particular, it is recommended that the existing internal steel inter-storey nodes, code NNNN, be reused. The node has been removed from the structure by means of incisions made at a predetermined distance of 30 cm from the centre of the pillar. This method allows the node to be preserved intact during disassembly and prepared, through the use of abutments, for the anchoring of a new structure. The new structure comprises beams and abutments crafted from new glulam, positioned in a side-by-side configuration of two units. This arrangement evokes the shape of the structural arms characteristic of the node.

The glulam beams are affixed to the core of the steel node beams through the reuse of existing plates and the incorporation of new, bespoke components. Similarly, the columns are anchored in a similar manner to the beams, with the addition of timber reinforcement at 50 cm intervals. This reinforcement is necessary to ensure that the two column elements work together, thereby avoiding warping dynamics due to slenderness issues caused by the peak load.

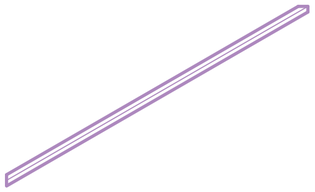
The mixed steel-wood prefabrication is modular and creates a system that emulates the original. Furthermore, the reuse of nodes can be employed as joining and anchoring elements to extend the structure in all directions or integrate different structures together.



Pannello di parete
Wall panel



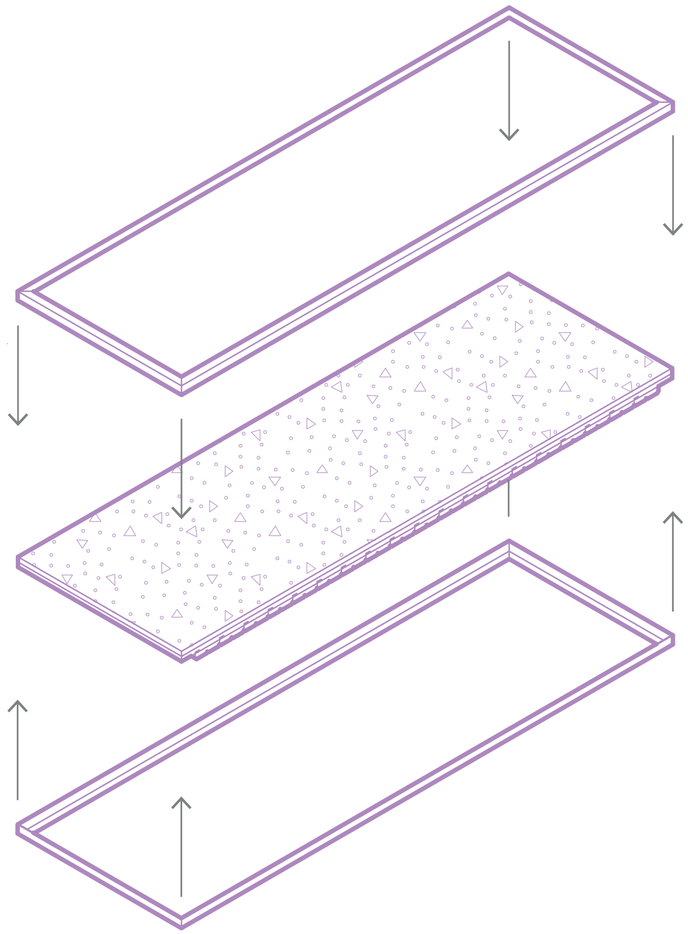
x1
Modulo solaio interpiano: lamiera greca ta, vermiculite e doppio strato di cls



x4
Elemento ad L in acciao di recupero
(l = 310 cm)



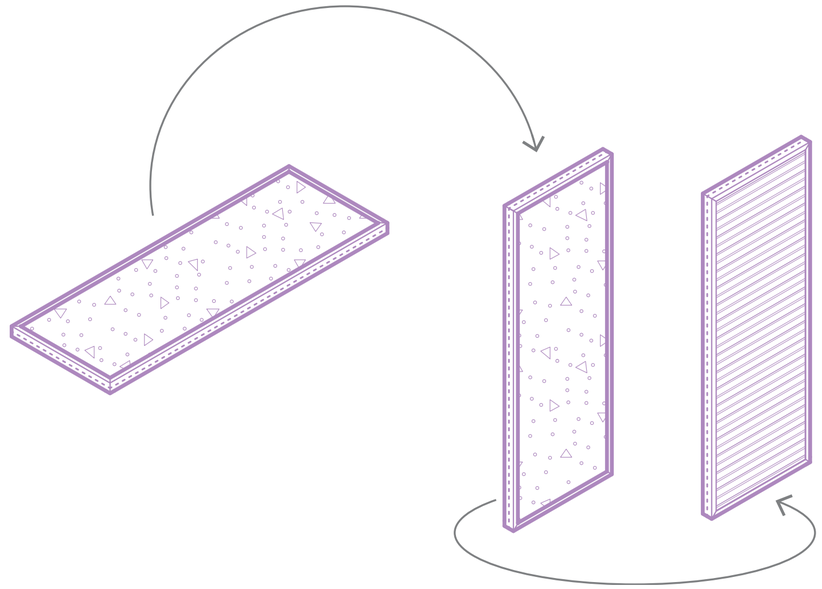
x4
Elemento ad L in acciao di recupero
(l = 120 cm)



Testo/Text Carlotta Fasano, Giulia Sergi

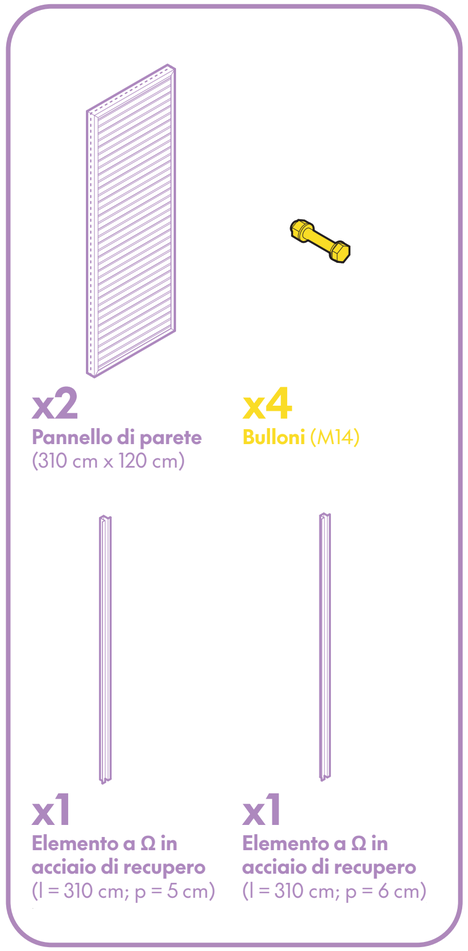
La prefigurazione prevede l'utilizzo di un modulo di solaio interpiano di dimensioni 310 × 120 cm, composto da lamiera grecata, vermiculite e doppio strato di calcestruzzo e l'impiego di otto elementi ad L in acciaio, recuperati dalla facciata originaria, di cui quattro di lunghezza 310 cm e quattro 120 cm. Questi vengono saldati tra loro al fine di intelaiare il modulo di solaio evitando lo scivolamento delle parti. Una volta assemblato, l'elemento risultante viene sollevato e posto in posizione verticale, assumendo la funzione di pannello per una nuova facciata.

The prefabrication involves the use of a 310 × 120 cm interstorey slab module, composed of corrugated sheet metal, vermiculite and a double layer of concrete, and the use of eight steel L-shaped elements, recovered from the original façade, four of which are 310 cm long and four 120 cm long. Once assembled, the resulting element is lifted and placed in a vertical position, assuming the function of a panel for a new façade.



Assemblaggio per moduli di facciata

Façade module assembly

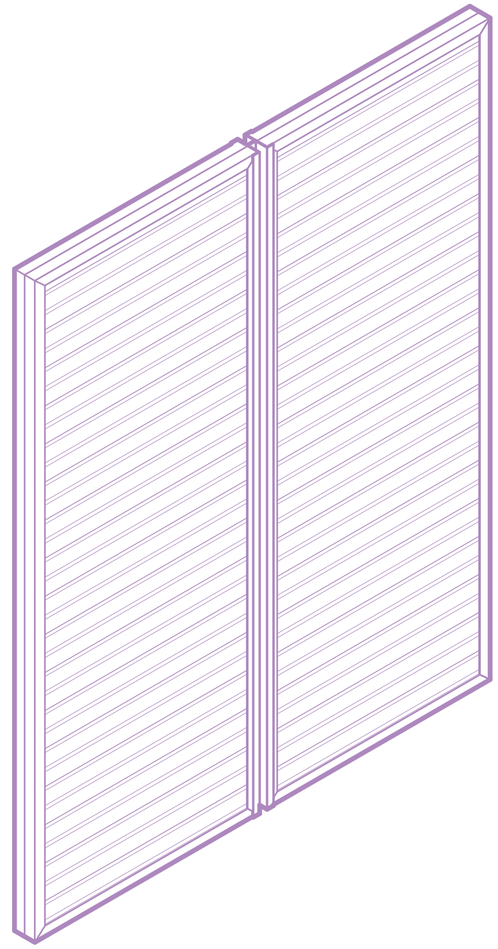


x2
Pannello di parete
(310 cm x 120 cm)

x4
Bulloni (M14)

x1
Elemento a Ω in acciaio di recupero
(l = 310 cm; p = 5 cm)

x1
Elemento a Ω in acciaio di recupero
(l = 310 cm; p = 6 cm)



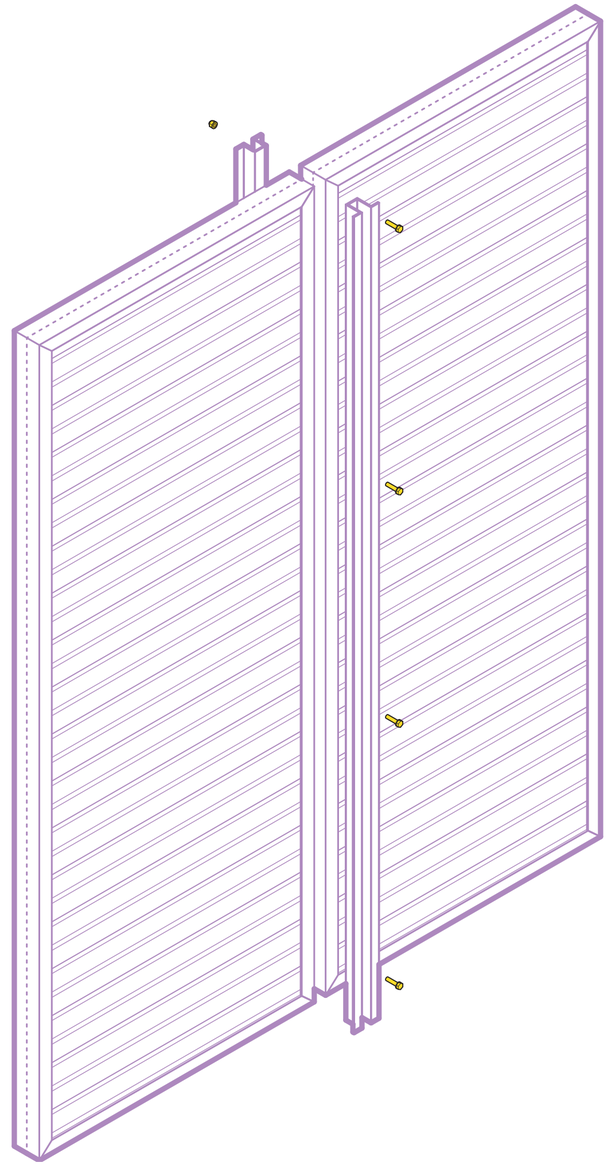
Testo/Text Carlotta Fasano, Giulia Sergi

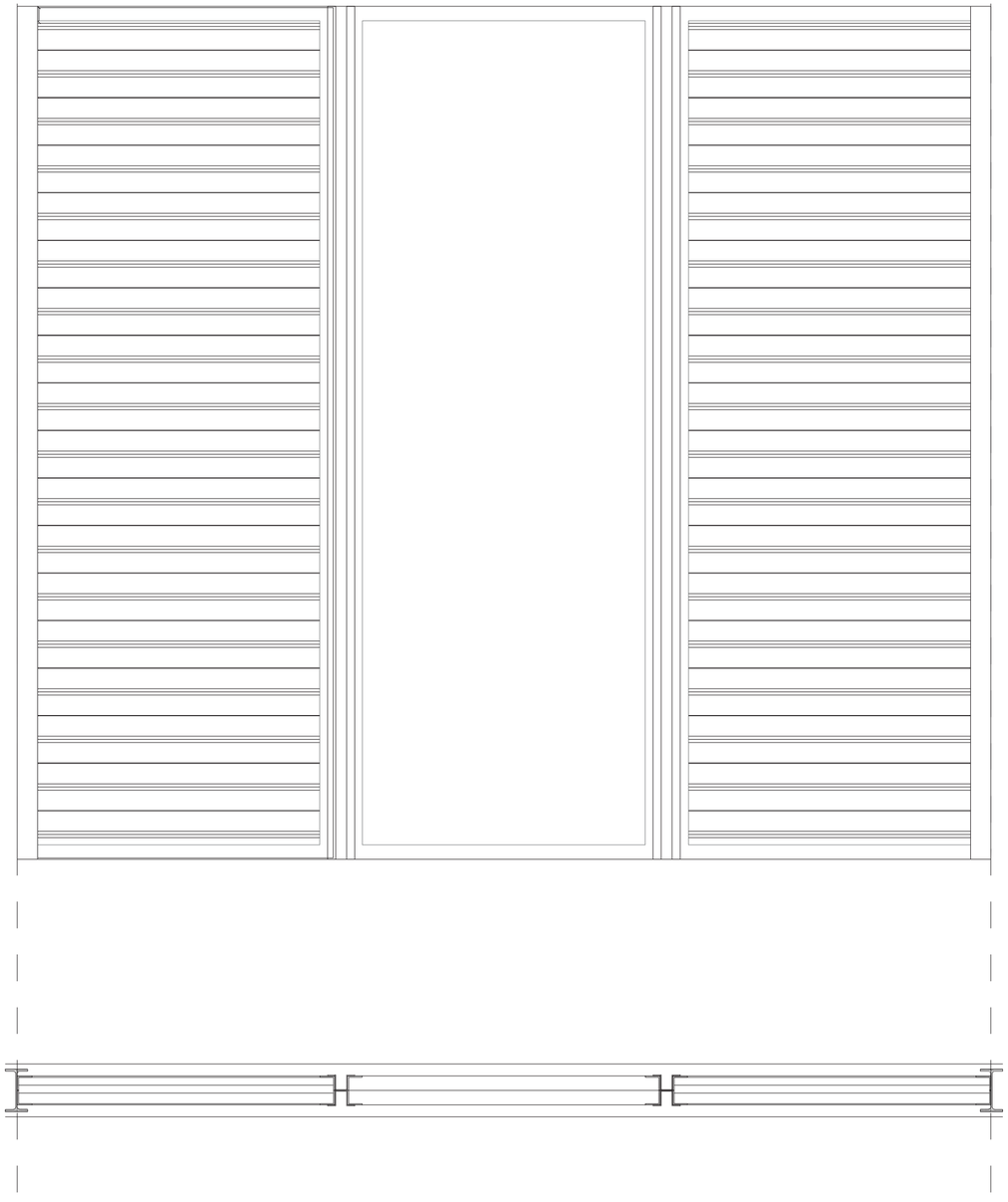
La prefigurazione della facciata modulare è stata pensata per illustrare come più moduli di facciata possano essere assemblati tra di loro.

Il progetto prevede l'utilizzo degli elementi a Ω della facciata originale (sia quelli posati in fase di costruzione nel 1964, che quelli aggiunti in occasione del restauro avvenuto negli anni 2000) per connettere i pannelli di facciata. Tali elementi vengono fissati tra loro attraverso bulloni di nuovo impiego. La parete così ottenuta può essere utilizzata nella realizzazione di tamponature sia di nuove costruzioni che di ristrutturazioni di edifici esistenti.

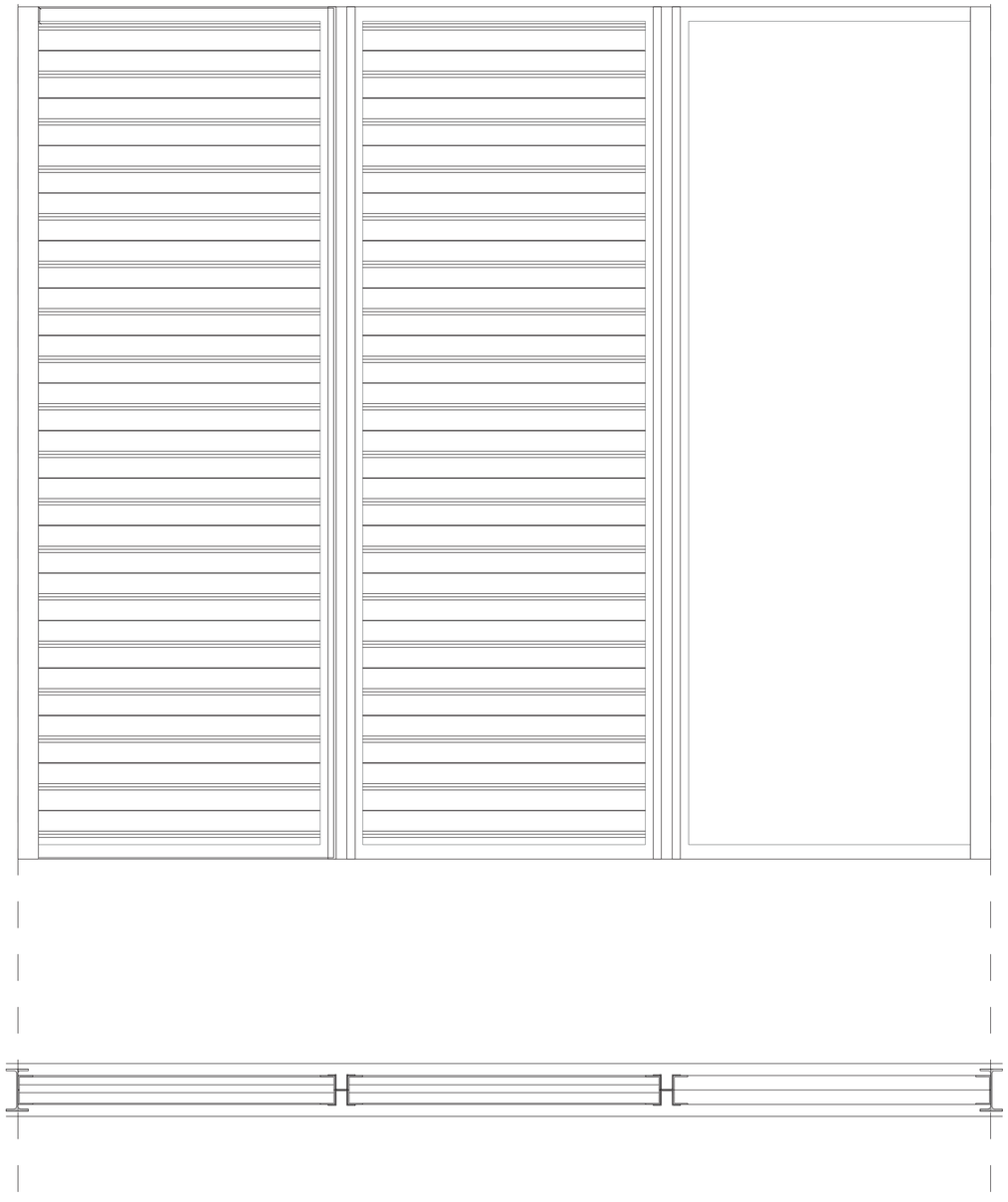
The prefiguration of the modular façade is designed to illustrate how several façade modules can be assembled together.

The project involves using the Ω-elements of the original façade (both those laid during construction in 1964 and those added during the renovation in the 2000s) to connect the façade panels. These elements are fastened together by means of used bolts. The resulting wall can be used in the construction of curtain walls for both new buildings and renovations of existing buildings.





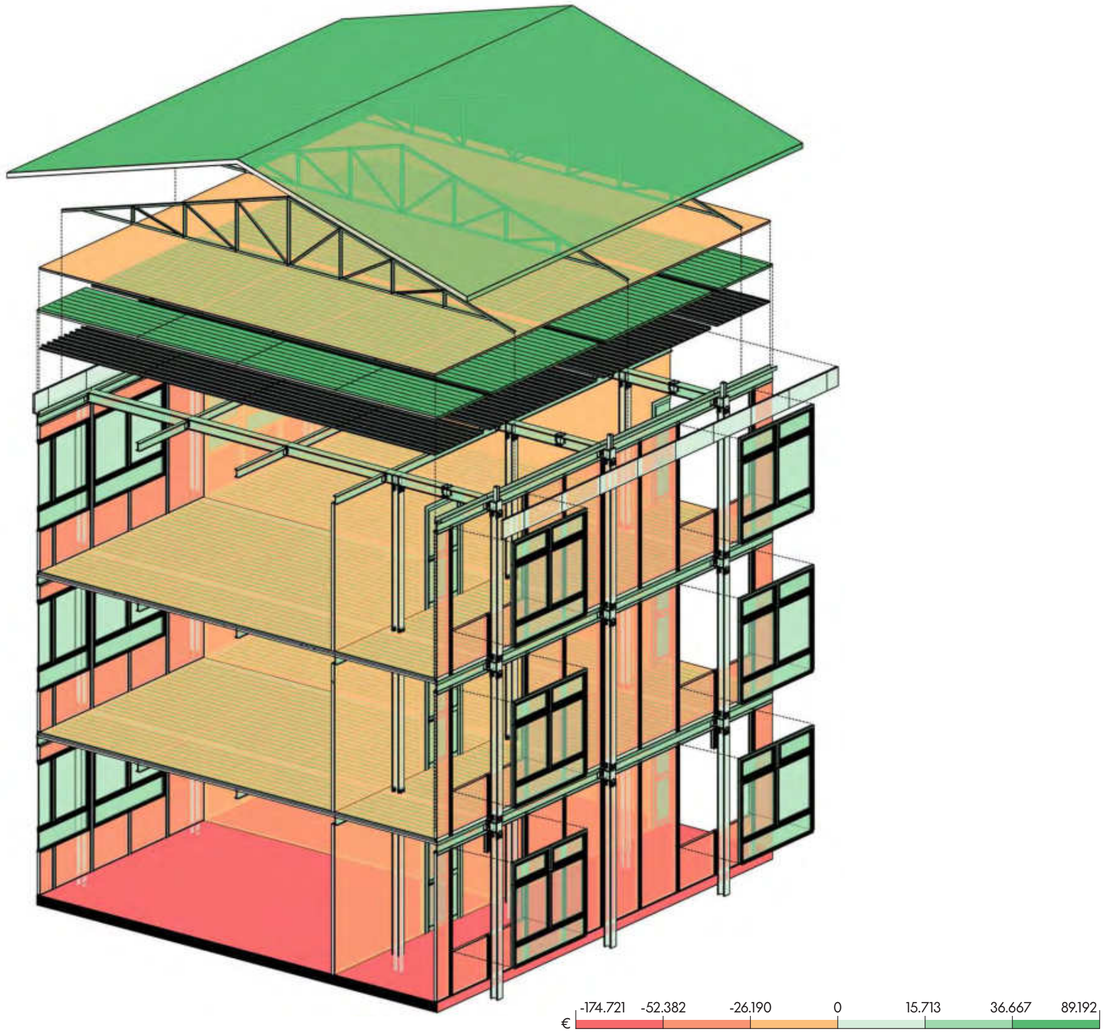
Possibile assemblaggio di elementi derivati: moduli di facciata.



Possible assembly of derived elements: façade modules.

Analisi finanziaria ed economica

Financial and Economic Analysis



Rappresentazione del costo di smaltimento associato ad ogni elemento costruttivo. Il colore rosso indica il costo sostenuto, mentre il colore verde rappresenta il costo evitato. L'intensità del colore indica una maggiore o minore incidenza percentuale rispetto al costo totale.

Representation of disposal costs associated with each construction element. Red indicates incurred costs, while green represents avoided costs. The color intensity reflects a higher or lower percentage incidence relative to the total cost.

Testo/Text Francesco Tajani, Francesco Sica, Giuseppe Cerullo, Endriol Doko

ANALISI FINANZIARIA

Secondo i modelli di economia lineare, i rifiuti dei cantieri sono spesso considerati privi di valore intrinseco e, quindi, destinati unicamente allo smaltimento, senza possibilità di riuso. Tuttavia, con l'accresciuta consapevolezza internazionale circa la gestione sostenibile delle risorse, naturali e non, per una più efficace ed effettiva equità intergenerazionale, è divenuto cogente affiancare ai modelli canonici di analisi della produzione l'utilizzo di metodi per quantificare sia gli impatti ambientali associati alla gestione dei rifiuti sia i benefici derivanti dal loro potenziale recupero, secondo una logica operativa di economia circolare. In un siffatto scenario, assume significatività individuare il vantaggio economico-finanziario che il riuso di un materiale può generare per gli stakeholder, coinvolti nel dualismo "costruzione-smaltimento", in termini di costi evitati, ovvero riduzione dei costi di un'attività produttiva tramite alternative confrontabili tecnicamente e funzionalmente, nonché di impatti ambientali. Nel presente contributo, si intende prediligere una soluzione di possibile riuso delle risulta da cantiere, evidenziando come tale decisione possa consentire di evitare costi significativi alla luce del beneficio traente sull'ambiente circostante in termini di impatti. Nella fattispecie, la stima dei costi evitati è sviluppata attraverso un processo di categorizzazione degli elementi costruttivi, distinguendo i materiali di risulta tra pericolosi e non, e tra quelli di discarica ed effettivo riutilizzo. Ad ogni elemento costruttivo è associato il corrispondente costo di carico, trasporto, smaltimento, nonché il compenso alle discariche, escludendo la voce relativa alle operazioni di disassemblaggio, in quanto già contemperate sia nel caso in cui i materiali vengano destinati allo smaltimento, conformemente alle normative vigenti, sia nel caso in cui gli elementi vengano riutilizzati. L'analisi dei costi, condotta mutuando le voci previste nella "Tariffa dei Prezzi Regione Lazio 2023" e nel "Prezzi tipologie edilizie 2024" (DEI, Collegio degli ingegneri e architetti di Milano), rileva che la soluzione di riuso dei materiali scelti produrrebbe un costo evitato (beneficio) pari a 265.730,12€, ovvero un risparmio del 51% sul costo totale d'investimento.

FINANCIAL ANALYSIS

According to a linear economic models, construction waste is often considered to have no intrinsic value and is therefore simply destined for disposal without any possibility of reuse. However, with the growing international awareness of the sustainable management of resources, both natural and otherwise, for more effective and real intergenerational equity, it has become imperative to supplement the canonical models of production analysis with methods to quantify both the environmental impacts associated with waste management and the benefits derived from their potential recovery, according to an operational logic of the circular economy. In such scenario, it becomes important to identify the economic-financial advantage that the reuse of a material can generate for the actors involved in the "construction-disposal" dualism, in terms of avoided costs, i.e. the reduction of the costs of a productive activity through technically and functionally comparable alternatives, as well as environmental impacts. In this paper, we intend to favour a possible solution of reuse of the results of the construction site, showing how such a choice can allow to avoid significant costs, considering the benefits on the surrounding environment in terms of impacts. Specifically, the estimation of avoided costs has gone through a process of categorisation of construction elements, distinguishing the resulting materials between hazardous and not , and between those for landfill and those for actual reuse. Each construction element is associated with the corresponding costs of loading, transport, disposal and landfill compensation, excluding the item related to dismantling operations, as it is already included both in the case where the materials are destined for disposal in accordance with current regulations and in the case where the elements are reused. The cost analysis, conducted by borrowing the items provided in the "Tariff of prices Lazio region 2023" and in the "Prices building types 2024" of the Dei (College of engineers and architects of Milan), reveals that the reuse solution of the chosen materials would produce an avoided cost (benefit) equal to €265,730.12, or a saving of 51% on the total investment cost.

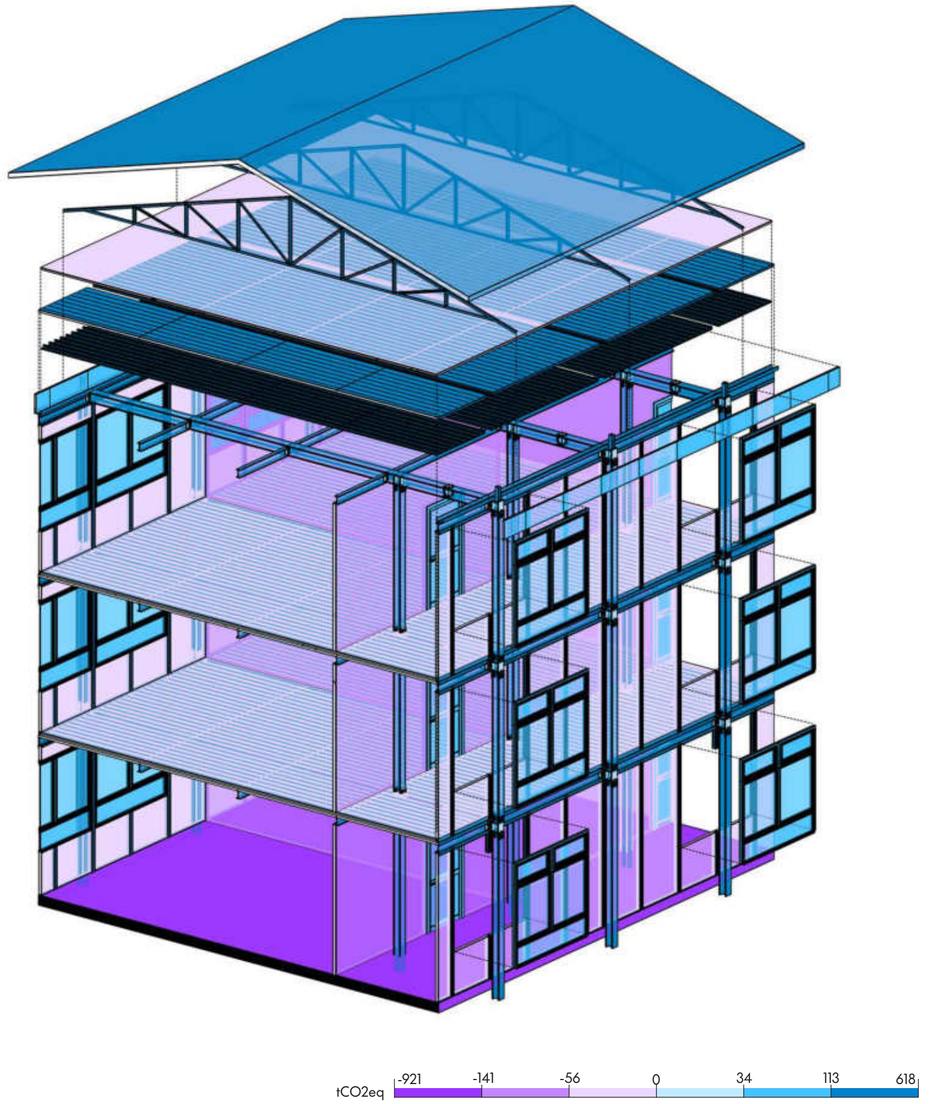
Testo/Text Francesco Tajani, Francesco Sica, Giuseppe Cerullo, Endriol Doko

ANALISI ECONOMICA

Le strategie di mitigazione del cambiamento climatico ispirate agli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDG), in particolare all'SDG13 "Agire per il clima" e l'SDG11 "Città e comunità sostenibili", e dettagliate nei rapporti dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), orientano lo sviluppo europeo ad azioni di riduzione delle emissioni di gas serra (GHG), attenzionando i settori merceologici maggiormente energivori e nocivi per l'ambiente, tra cui quello edilizio. In Europa, l'industria delle costruzioni è responsabile del: 36% delle emissioni annuali di CO2; 40% del consumo energetico; 50% dell'estrazione di materie prime (Commissione Europea, 2020). A fine ciclo di vita gli edifici subiscono spesso demolizioni, totali o parziali, con la maggior parte dei materiali di risulta smaltiti in discarica, comportando disservizi diretti di tipo ambientale ed effetti negativi di matrice economica. Di contro, la decostruzione edilizia enfatizza il recupero e il riutilizzo dei materiali da costruzione. Alcune ricerche scientifiche di settore rilevano che circa l'80% dei materiali recuperati dagli edifici decostruiti può essere riutilizzato o riciclato, offrendo vantaggi economici e ambientali, tra cui la riduzione delle emissioni di carbonio e dell'inquinamento (Kibert, 2000; Mollaie, 2023). Nel caso di specie, le emissioni evitate di CO2, definite come la differenza tra le emissioni di gas serra di uno scenario base (smaltimento in discarica) e quelle di uno scenario alternativo (up-cycle) vengono computate in tonnellate di CO2 equivalente (tCO2eq), secondo quanto riportato dal Greenhouse Gas Protocol. Dall'analisi sviluppata, il riutilizzo di alcuni elementi costruttivi comporterebbe una CO2 evitata pari a 1.668,61 tCO2eq, ovvero il 59% della CO2eq totale emessa. Tenuto conto che il costo economico unitario delle emissioni di carbonio in Italia è 57,03 €/tCO2eq (World Bank Group) risulta per il caso di studio un beneficio ambientale (in termini di risparmio di emissione di CO2 derivante dal riciclo dei materiali) pari a 96.200 €.

ECONOMIC ANALYSIS

Climate change mitigation strategies inspired by the Sustainable Development Goals (SDGs), in particular SDG13 on "Climate Action" and SDG11 on "Sustainable cities and communities", and detailed in the reports of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), are guiding European development towards actions to reduce greenhouse gas (GHG) emissions, focusing on the most energy-intensive and polluting productive sectors, including the construction one. In Europe, the building sector is responsible for 36% of annual CO2 emissions; 40% of energy consumption; 50% of raw material extraction (European Commission, 2020). At the end of their life cycle, buildings are often completely or partially demolished, and most of the resulting materials end up in landfills, causing direct environmental damage and negative economic impacts. Building deconstruction, on the other hand, emphasises the recovery and reuse of building materials. Some sectoral scientific studies show that about 80% of the materials recovered from deconstructed buildings can be reused or recycled, offering economic and environmental benefits, including the reduction of carbon emissions and pollution (Kibert, 2000; Mollaie, 2023). In this case, the avoided CO2 emissions, defined as the difference between the greenhouse gas emissions of a baseline scenario (landfill) and an alternative scenario (up-cycle), are calculated in tonnes of CO2 equivalent (tCO2eq) according to the Greenhouse Gas Protocol. From the analysis developed, the reuse of some construction elements would result in avoided CO2 of 1,668.61 tCO2eq, or 59% of the total CO2eq emitted. Considering that the unit economic cost of carbon emissions in Italy is 57.03 €/tCO2eq (World Bank Group), the environmental benefit (in terms of CO2 emissions saved by recycling materials) for the case study is 96,200 €.

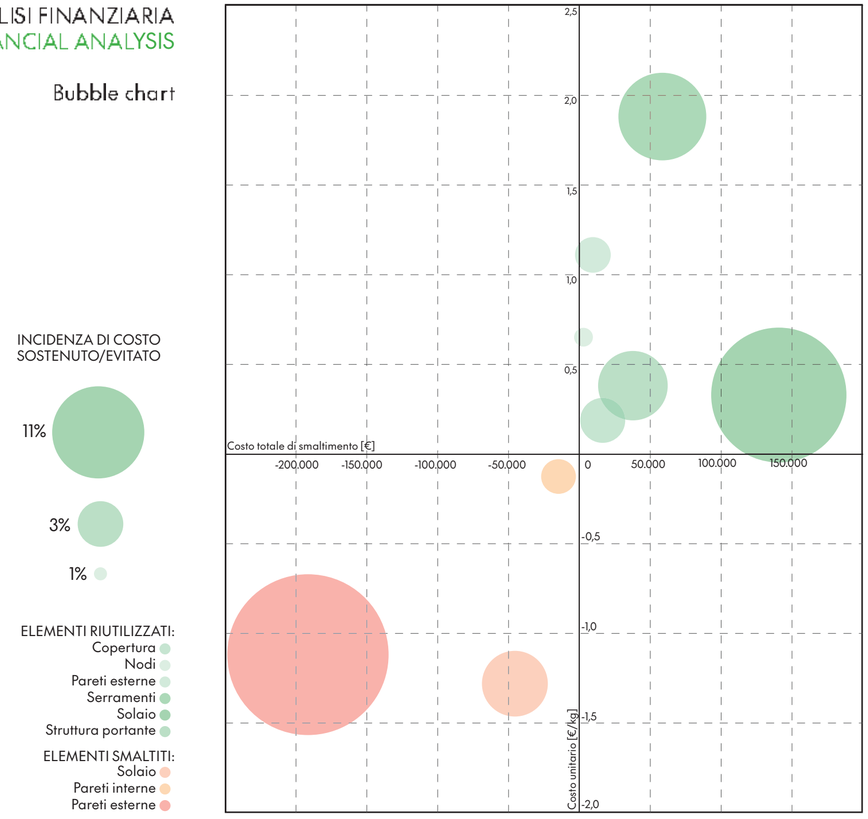


Rappresentazione delle emissioni di tCO2eq, in conformità con il Greenhouse Gas Protocol (GHG). Il colore viola indica la CO2eq emessa, mentre il colore blu rappresenta la CO2eq evitata. L'intensità del colore indica una maggiore o minore incidenza percentuale rispetto alle emissioni totali.

Representation of tCO2eq emissions, in accordance with the Greenhouse Gas Protocol (GHG). The purple color indicates the emitted CO2eq, while the blue color represents the avoided CO2eq. The intensity of the color indicates a higher or lower percentage incidence relative to the total emissions.

ANALISI FINANZIARIA
FINANCIAL ANALYSIS

Bubble chart

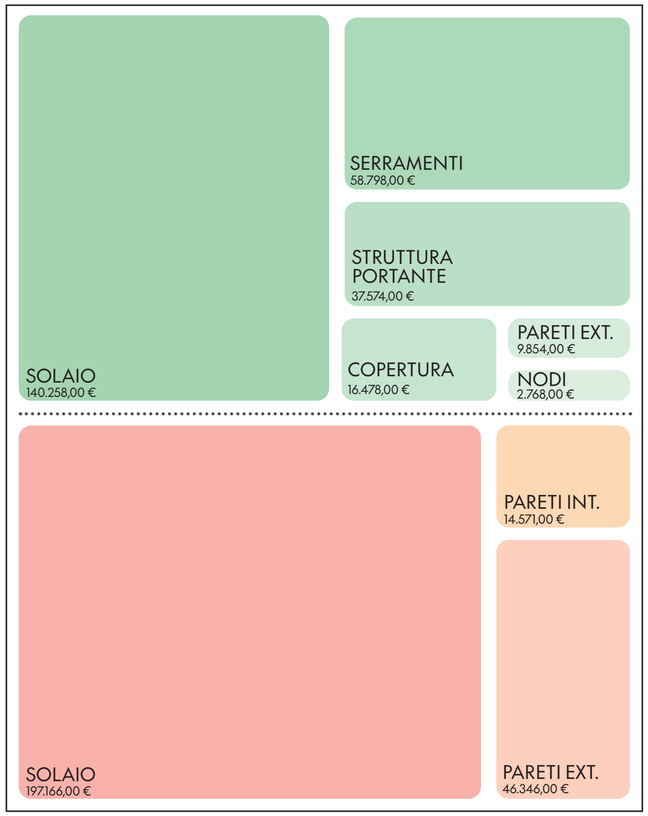


Il grafico rappresenta il costo totale di smaltimento (asse x) e il costo unitario (asse y) per ciascuna macrocategoria. I punti situati nel quadrante positivo indicano i costi evitati, mentre quelli nel quadrante negativo rappresentano i costi sostenuti. La dimensione dei punti riflette l'incidenza percentuale di ciascuna categoria sul costo totale.

The chart represents the total disposal cost (x-axis) and unit cost (y-axis) for each macro-category. Points located in the positive quadrant indicate avoided costs, while those in the negative quadrant represent incurred costs. The size of the points reflects the percentage incidence of each category on the total cost.

ANALISI FINANZIARIA
Costo totale di smaltimento
FINANCIAL ANALYSIS
Total Disposal Cost

Hierarchical chart



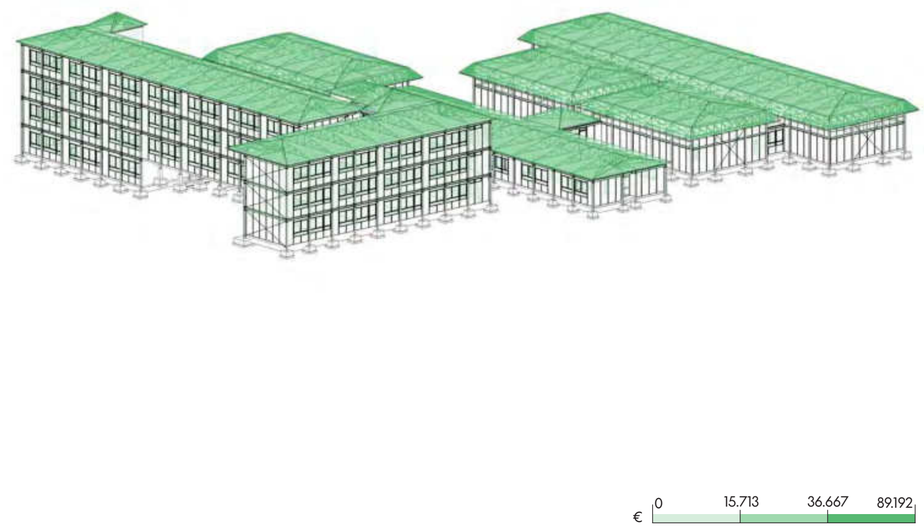
Il grafico rappresenta i costi complessivi di smaltimento, associati a ciascuna macro categoria. I riquadri nella sezione superiore indicano i costi evitati, correlati agli elementi riutilizzabili. Al contrario, i riquadri nella sezione inferiore rappresentano i costi da sostenere, associati agli elementi destinati allo smaltimento.

The chart represents the total disposal costs associated with each macro-category. Boxes in the upper section indicate avoided costs related to reusable elements. Conversely, boxes in the lower section represent costs to be incurred, associated with elements destined for disposal.

ANALISI FINANZIARIA
FINANCIAL ANALYSIS

POSITIVE FINANCIAL IMPACT

Modello BIM



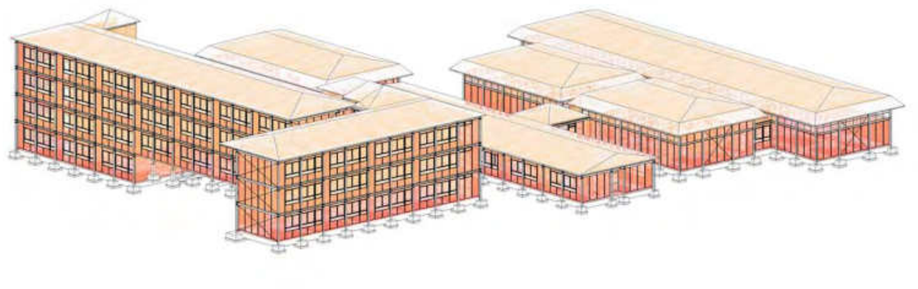
Porzione del modello BIM che evidenzia gli elementi che contribuiscono alla riduzione dei costi di smaltimento. Le sfumature di colore indicano il valore del costo evitato: le tonalità più scure rappresentano un maggiore risparmio sui costi di smaltimento, mentre le tonalità più chiare indicano un risparmio minore.

Portion of the BIM model highlighting elements contributing to the reduction of disposal costs. Color gradients indicate the avoided cost value: darker shades represent higher savings on disposal costs, while lighter shades indicate lower savings.

ANALISI FINANZIARIA
FINANCIAL ANALYSIS

NEGATIVE FINANCIAL IMPACT

Modello BIM



Porzione del modello BIM che evidenzia gli elementi associati ai costi di smaltimento. Le sfumature di colore indicano l'entità del costo: le tonalità più scure rappresentano costi di smaltimento più elevati, mentre le tonalità più chiare indicano costi inferiori.

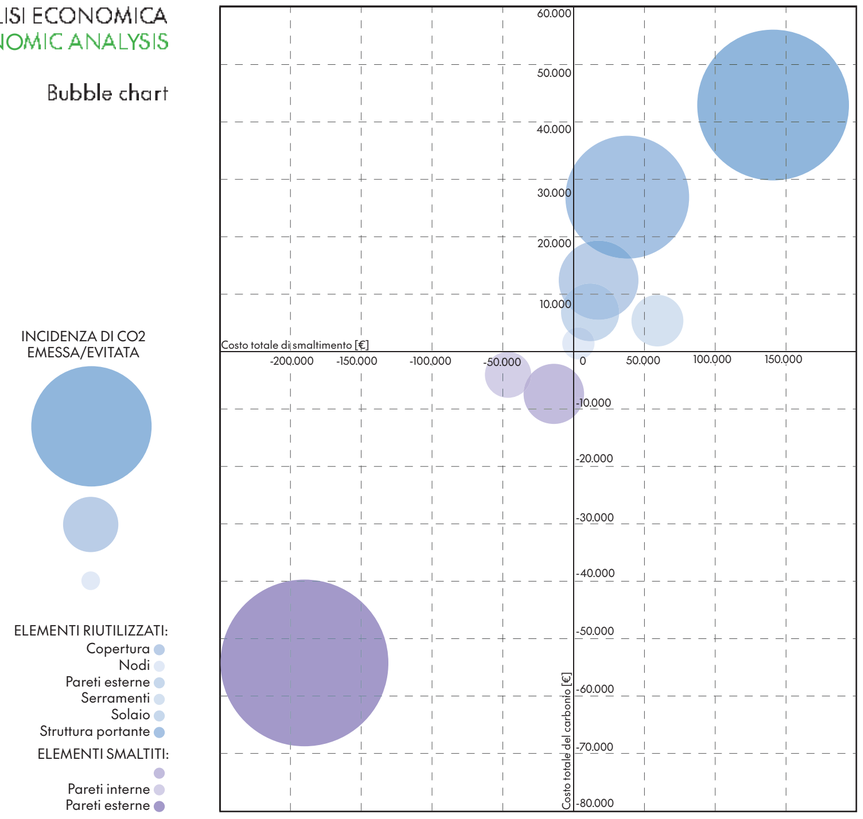
Portion of the BIM model highlighting elements associated with disposal costs. Color gradients indicate the scale of the cost: darker shades represent higher disposal costs, while lighter shades indicate lower costs.

ANALISI ECONOMICA
ECONOMIC ANALYSIS

Bubble chart

Il grafico rappresenta il costo totale di smaltimento (asse x) e il costo totale delle emissioni di CO2 (asse y) per ciascuna macrocategoria. I punti situati nel quadrante positivo indicano i costi evitati, mentre quelli nel quadrante negativo rappresentano i costi sostenuti. La dimensione dei punti riflette l'incidenza percentuale della quantità di CO2 emessa sul totale delle emissioni.

The chart represents the total disposal cost (x-axis) and the total CO2 emissions cost (y-axis) for each macro-category. Points located in the positive quadrant indicate avoided costs, while those in the negative quadrant represent incurred costs. The size of the points reflects the percentage incidence of the amount of CO2 emitted on the total emissions.

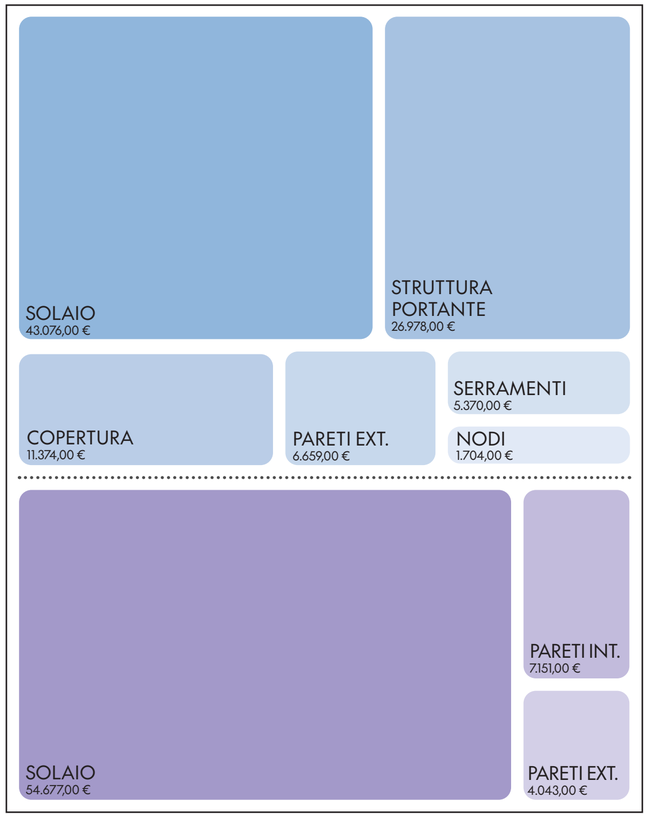


ANALISI
Costo totale di emissione
ECONOMIC ANALYSIS
Total issuance cost

Hierarchical chart

Il grafico rappresenta i costi totali delle emissioni di CO2 associati a ciascuna macro categoria. I riquadri nella sezione superiore indicano i costi evitati relativi alle emissioni di CO2, correlati agli elementi riutilizzabili. Al contrario, i riquadri nella sezione inferiore indicano i costi associati alle emissioni di CO2, relativi agli elementi destinati allo smaltimento.

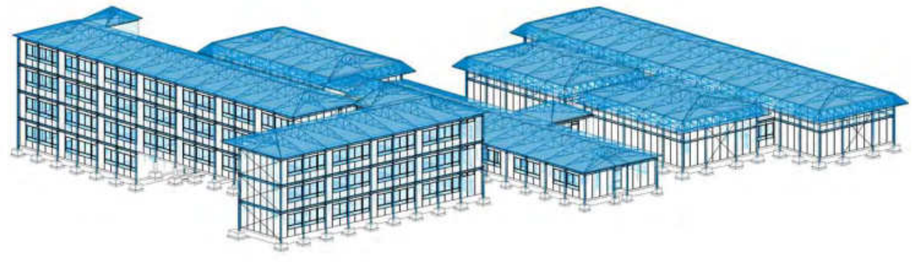
The chart represents the total CO2 emissions costs associated with each macro-category. Boxes in the upper section indicate avoided costs related to CO2 emissions, associated with reusable elements. Conversely, boxes in the lower section indicate costs associated with CO2 emissions related to elements destined for disposal.



ANALISI ECONOMICA
ECONOMIC ANALYSIS

POSITIVE ECONOMIC IMPACT

Modello BIM



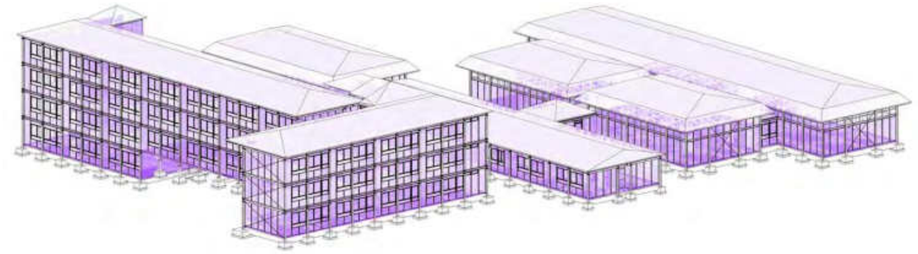
Porzione del modello BIM con evidenza degli elementi che contribuiscono ad evitare l'emissione di CO2. Le sfumature di colore indicano il livello di tCO2eq evitato: le tonalità più scure rappresentano un livello maggiore di CO2 evitata, mentre le tonalità più chiare indicano un livello minore.

Portion of the BIM model highlighting elements contributing to CO2 emission avoidance. Color gradients indicate the level of tCO2eq avoided, with darker shades representing higher avoidance and lighter shades indicating lower avoidance levels.

ANALISI ECONOMICA
ECONOMIC ANALYSIS

NEGATIVE ECONOMIC IMPACT

Modello BIM



Porzione del modello BIM con evidenza degli elementi che contribuiscono all'emissione di CO2 (elementi smaltiti). Le sfumature di colore indicano il livello di tCO2eq emessa: le tonalità più scure rappresentano un livello maggiore di CO2 emessa, mentre le tonalità più chiare indicano un livello minore.

Portion of the BIM model highlighting elements contributing to CO2 emissions (disposed elements). Color gradients indicate the level of tCO2eq emitted: darker shades represent higher levels of CO2 emissions, while lighter shades indicate lower levels.

Autori e crediti
Authors and credits

Lessico

Dictionary

a cura di/curated by Michele Anelli-Monti, Giulio Minuto

Introduzione: un'esperienza di research-by-design per il disassemblaggio e l'upcycling delle componenti di un edificio d'autore

Foreword: A research-by-design exploration for the disassembly and the upcycling of the building components of a modern architecture

a cura di/curated by Alberto Bologna, Ilaria Giannetti

Il progetto di Barucci

Barucci's design

a cura di/curated by Roberto Germanò

Schemi di disassemblaggio e demolizione per blocchi

Disassembly and demolition schemes for schematics

a cura di/curated by Gino Baldi, Michele Anelli-Monti, Giulia Famiglietti, Giulio Minuto, Carlo Vannini

Trasportare, stoccare, trasformare

Transport, store, transform

a cura di/curated by Michele Anelli-Monti, Giulia Famiglietti, Giulio Minuto

Rilievo laser scanner

Laser scanner survey

a cura di/curated by Cristian Tolù

Heritage BIM

Heritage BIM

a cura di/curated by Cristian Tolù

Parametri di disassemblaggio

Disassembly parameters

a cura di/curated by Cristian Tolù

Schemi di smontaggio

Disassembly schemes

a cura di/curated by Giulio Basileo, Carlotta Fasano, Jacopo Gasparotto, Giulia Sergi, Frank Alexander Ramirez Gaitan, Carlo Vannini, Wen Quan Zhang

Prefigurazioni di upcycling

Upcycling Prefigurations

a cura di/curated by Michele Anelli-Monti, Gino Baldi, Giulio Basileo, Giulia Famiglietti, Carlotta Fasano, Jacopo Gasparotto, Giulia Sergi, Frank Alexander Ramirez Gaitan, Wen Quan Zhang

Analisi economica e finanziaria

Economic and financial analysis

a cura di/curated by Francesco Tajani, Francesco Sica, Giuseppe Cerullo, Endriol Doko

Cristian Tolù ha realizzato il modello BIM dell'edificio, utilizzato come base di dati per le analisi e le elaborazioni grafiche presenti in questo volume.

Cristian Tolù developed the BIM model of the building, which is used as the data base for the analysis and graphic elaborations in this volume.

Carlo Vannini ha coordinato ed eseguito il layout grafico e l'impaginazione finale di questo volume.

Carlo Vannini coordinated and supervised the graphic layout and final design of this volume.

Upcycling Architecture in Italy

Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU
Ministero dell'Università e della Ricerca
Italiadomani

© Politecnico di Torino, 2024, Torino

ISBN 979-12-81583-09-2 / Open source publication