



POLITECNICO
MILANO 1863

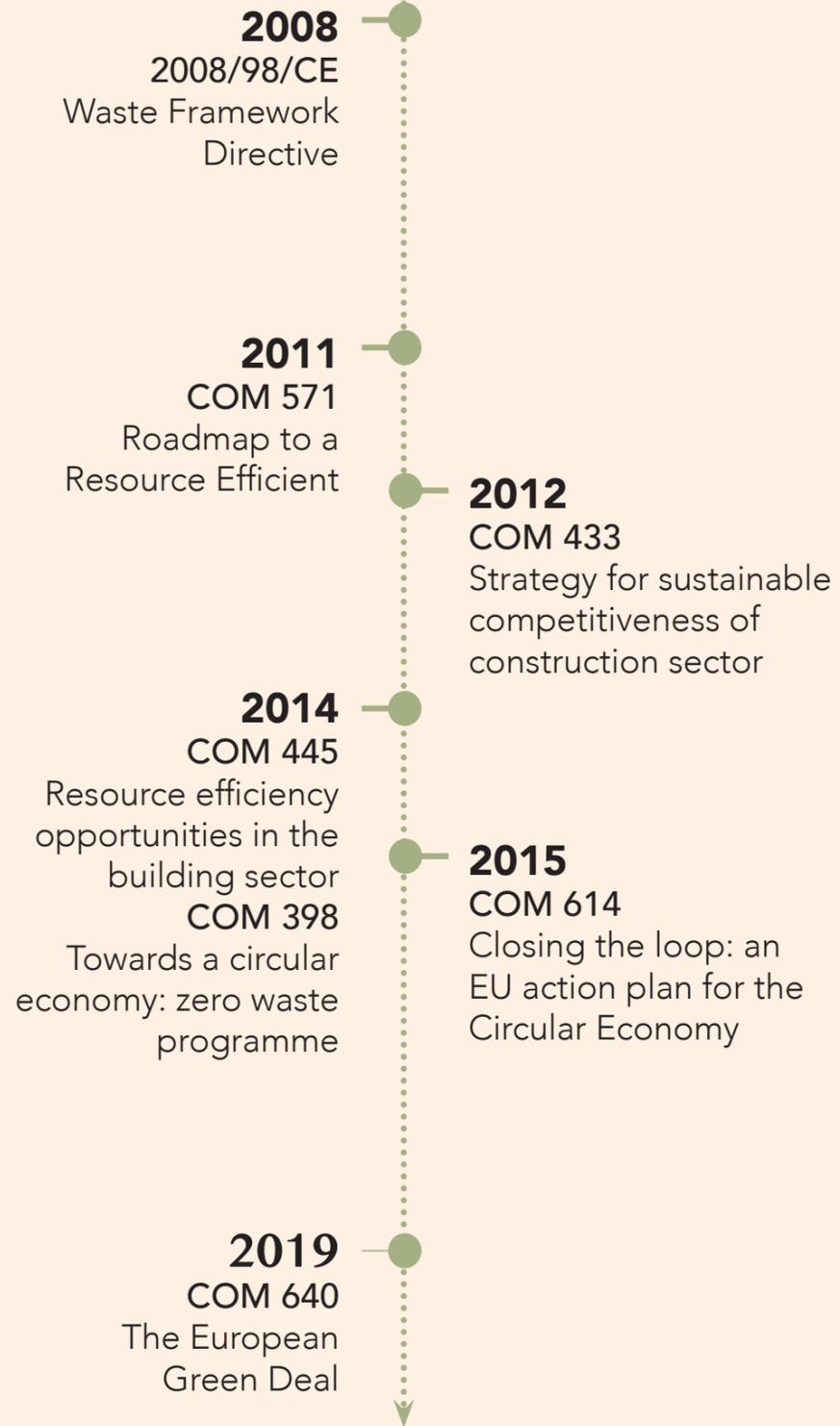
Valutazione LCA di un edificio realizzato con containers per trasporti marittimi riusati

Serena Giorgi, Monica Lavagna, Elisabetta Ginelli

Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito (DABC)

Politecnico di Milano

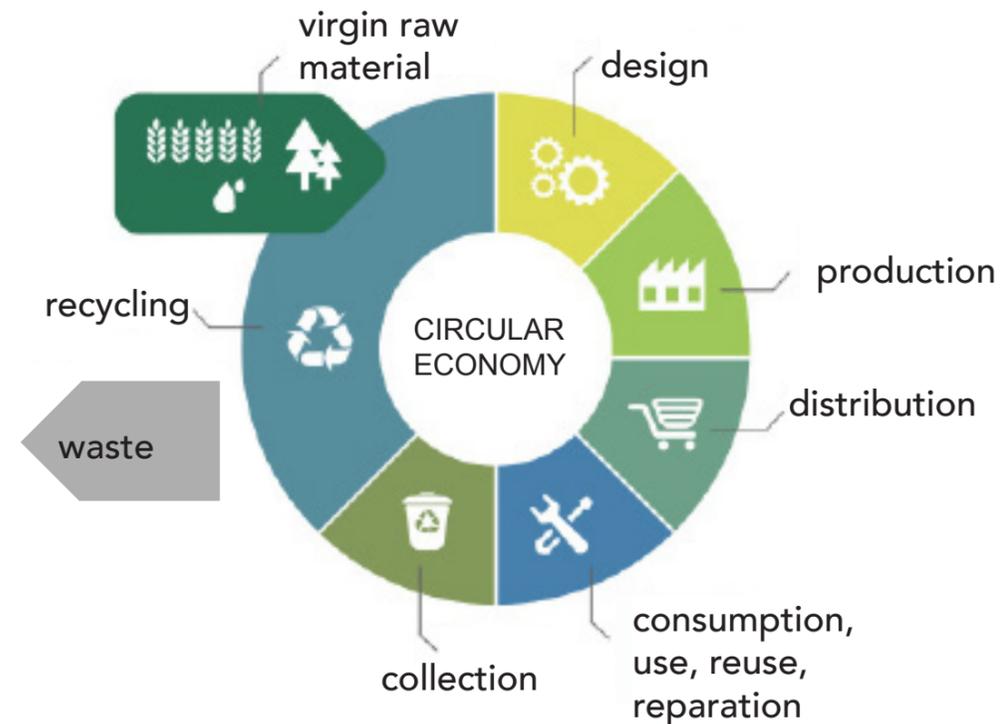
Economia circolare in edilizia



LINEAR ECONOMY



CIRCULAR ECONOMY

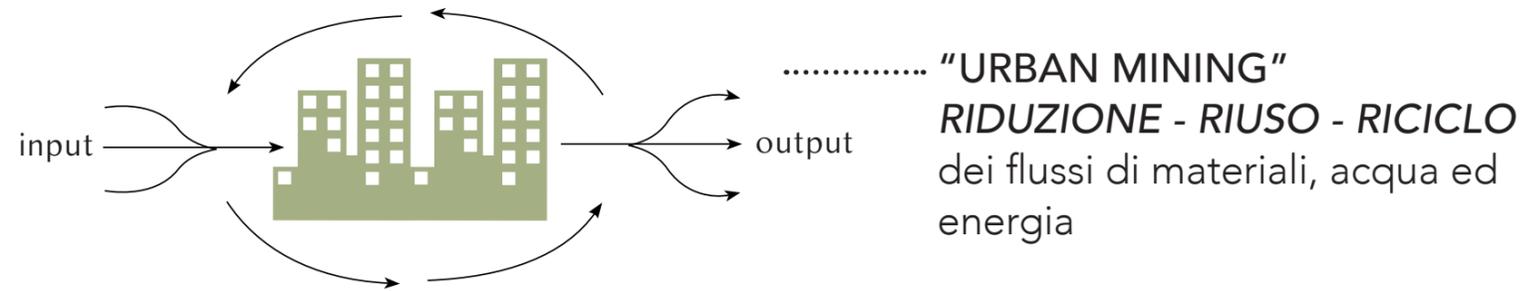


Il settore edilizio è causa del:

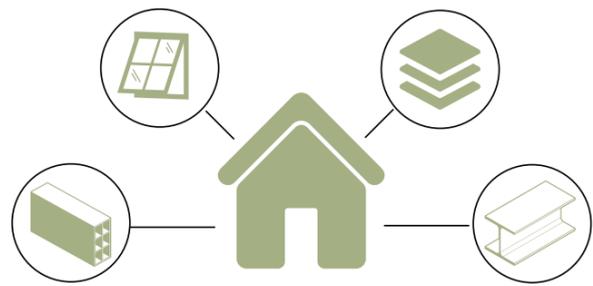
40% del totale consumo di energia

43% della totale generazione di rifiuti

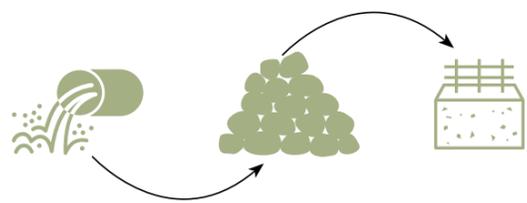
Leve di economia circolare in edilizia in Italia



..... "URBAN MINING"
RIDUZIONE - RIUSO - RICICLO
dei flussi di materiali, acqua ed energia



..... "BUILDING AD MATERIAL BANKS"
MANUTENZIONE - RIUSO
degli edifici, attraverso
l'allungamento della loro vita utile
(design for disassembly)



..... **RIUSO - RICICLO**
dei materiali post e pre consumo,
che diventano materia prima
seconda per la produzione di altri
materiali

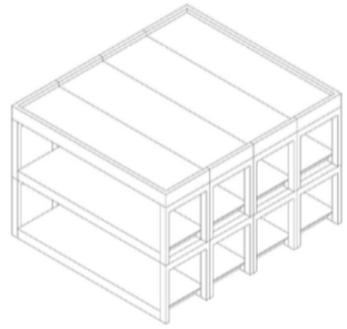
Green Public Procurement (D.Lgs. 50/2016) -
CRITERI AMBIENTALI MINIMI (D.M. 6/11/2017 n. 259)

- **piano per il disassemblaggio e demolizione selettiva**
- **almeno il 50%** del peso totale dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati possa essere dismesso, a fine vita, mediante **demolizione selettiva** e quindi avviato a un **processo di riuso o riciclo**.
- i materiali utilizzati per l'edificio devono **contenere materia recuperata o riciclata** in una quota pari ad **almeno il 15%** in peso valutato sul totale di tutti i materiali utilizzati.

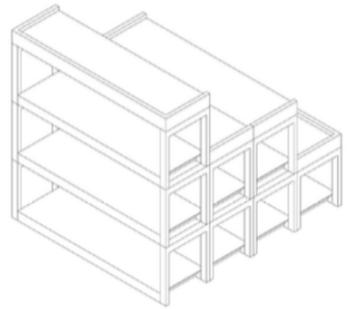


etichette ambientali di tipo III conformi alla norma UNI EN 15804 (16) e alla norma ISO 14025 in cui rientrano le EPD (Environmental Product Declaration) che dichiarano le prestazioni ambientali di un prodotto, calcolate mediante uno studio LCA (Life Cycle Assessment) UNI EN 15978:2011

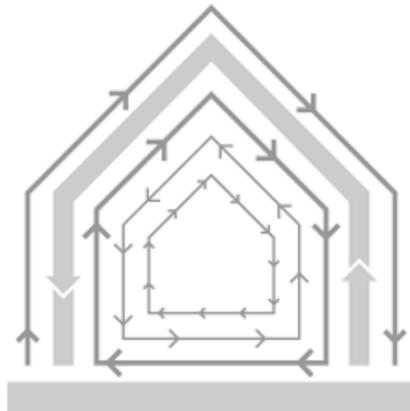
Valutazione della sostenibilità ambientale di strategie circolari



- soluzioni costruttive disassemblabili, prefabbricate, modulari



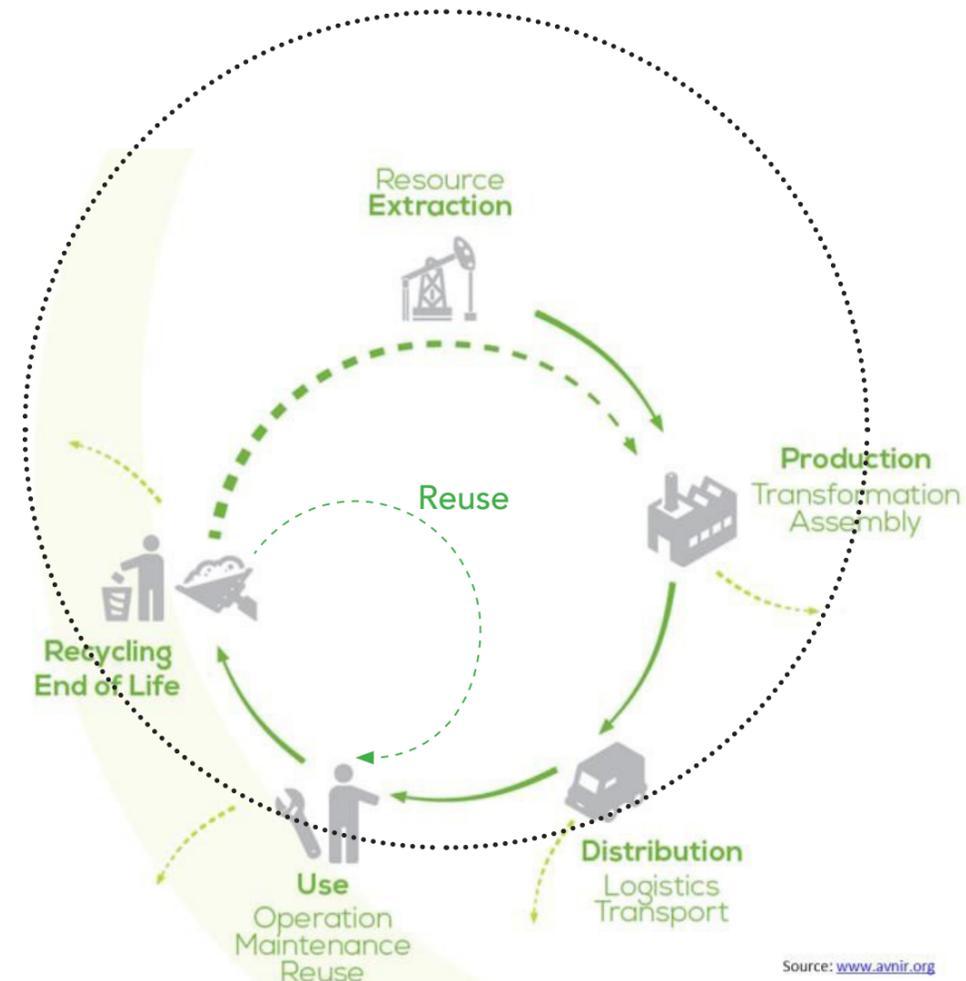
- materiali e componenti provenienti da precedenti cicli di vita utile e che, a loro volta, possano trovare un ulteriore utilizzo



- progettazione per layer, in base alla durabilità dei componenti

circularità  →  sostenibilità ambientale

Life Cycle Assessment



quantificazione degli effettivi impatti/benefici ambientali

Tecnologia costruttiva basata sul riutilizzo di container

Esempi di riuso di container per trasporti marittimi in edilizia



Arch. Tempohousing, Keetwonen, Amsterdam, Paesi Bassi



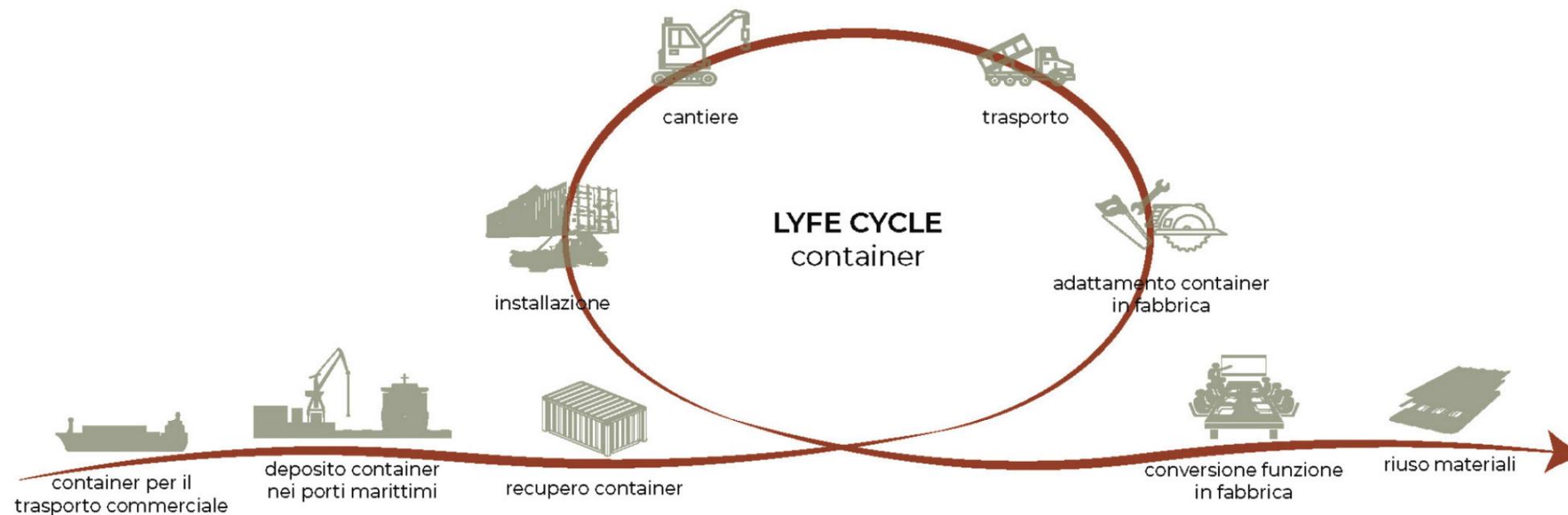
Arch. Shigeru Ban Architects, Onagawa, Giappone



Arch. Cattani, Residenze a Docks, Le Havre, Francia



Arch. Tempohousing, Mill Junction, Johannesburg, Sudafrica



Le tecnologie costruttive disassemblabili e il riutilizzo di componenti, che impatti/benefici ambientali provocano in termini quantitativi?

Oggetto di studio LCA: Prototipo cHOMgenius

Politecnico di Milano Dipartimento ABC.
Responsabile scientifico:
prof. Elisabetta Ginelli

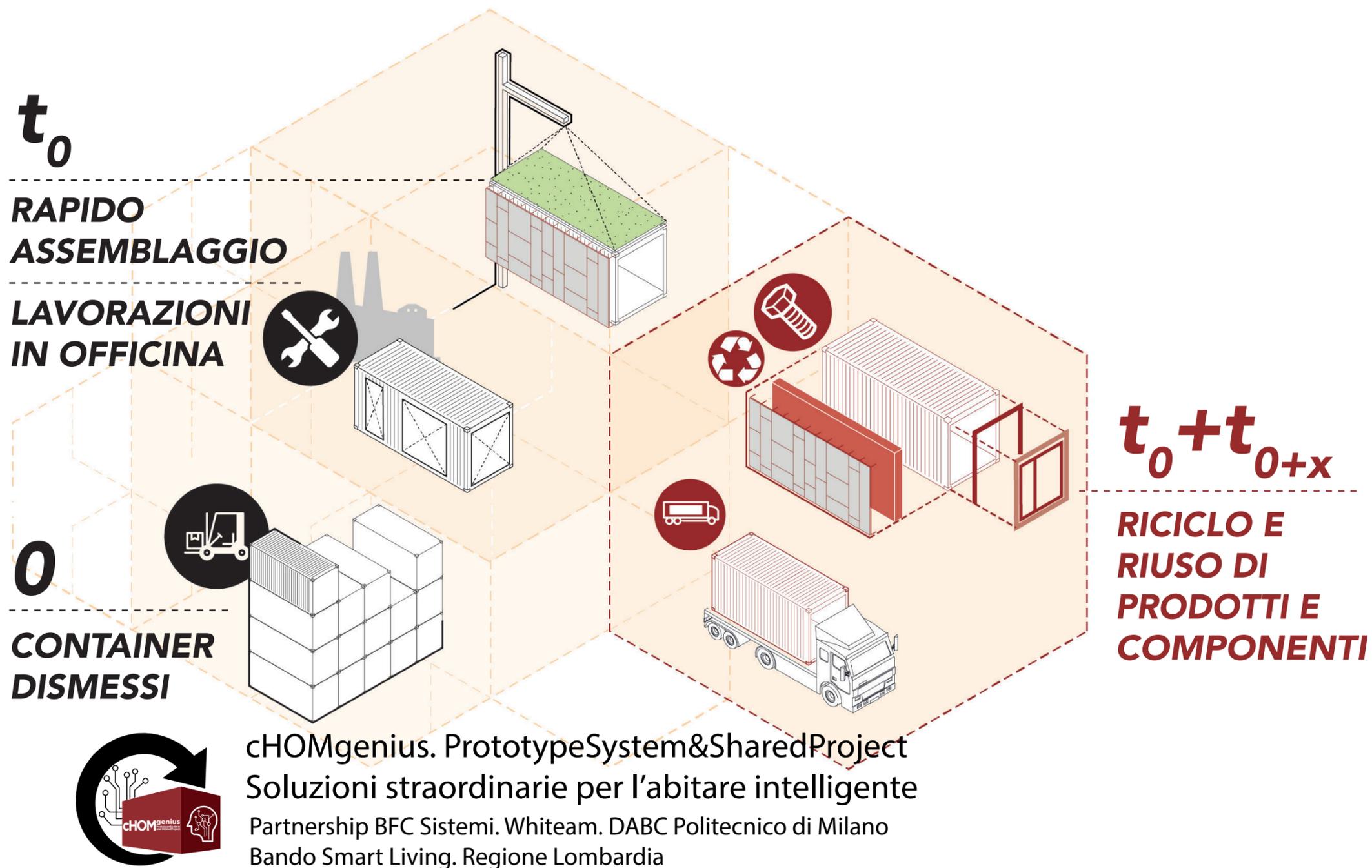
gruppo di ricerca: archh. Gianluca Pozzi, Giuditta Lazzati, Davide Pirillo, Giulia Vignati

consulenti strutturali: ingg. Luca Francesco Formis, Roberto Cambiaggio.

consulente energetico: ing. Mario Maistrello

valutazione LCA: prof. Monica Lavagna, arch. Serena Giorgi, Alessandra Pellerano

con: proff. Claudio Chesi, Laura Daglio, Giuliano Dall'O', Emilio Faroldi, Monica Lavagna, Leopoldo Sdino, Andrea Tartaglia, Marco Lorenzo Agostino Trani, Gianni Utica



Oggetto di studio LCA: Prototipo cHOMgenius



**OTTIMIZZAZIONE
RISORSE**



**TECNOLOGIA A SECCO
TOTALE SMONTABILITA'**



**PRODUZIONE E
ASSEMBLAGGIO OFFSITE**



**MATERIALI RICICLATI
E RICICLABILI**



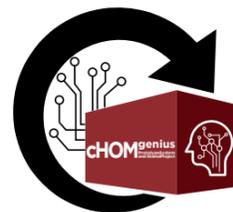
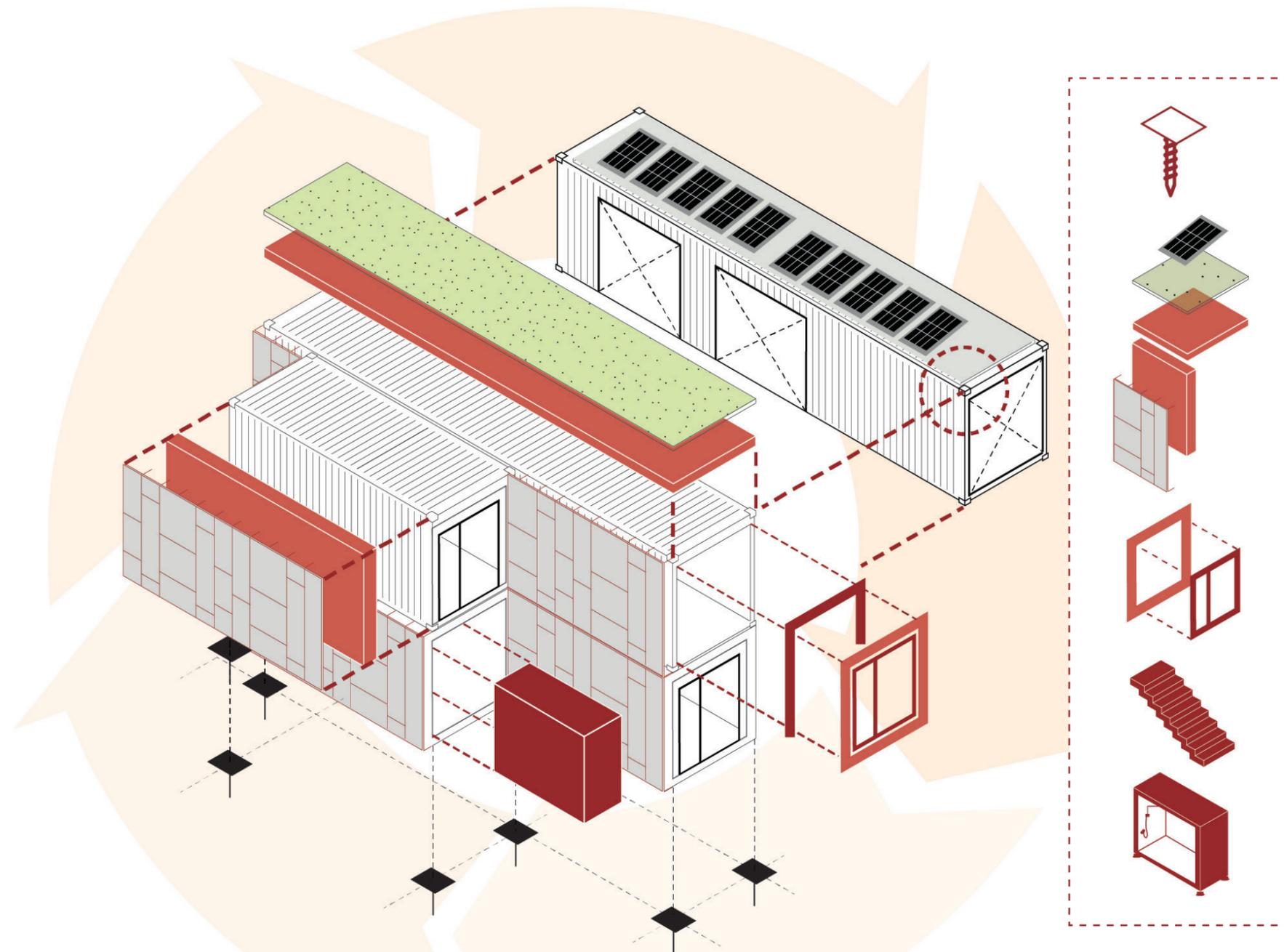
SISTEMI OFFGRID



GESTIONE SMART



**SICUREZZA E
PROTEZIONE SISMICA**



cHOMgenius. PrototypeSystem&SharedProject
Soluzioni straordinarie per l'abitare intelligente

Partnership BFC Sistemi. Whiteam. DABC Politecnico di Milano
Bando Smart Living. Regione Lombardia

Valutazione LCA
del prototipo cHOMgenius
per valutare gli impatti e i benefici
del **riuso di container marittimi**
in edilizia e di
tecnologie edilizie disassemblabili

- Confronto LCA tra **scenari alternativi** per l'uso dell'acciaio nel Progetto: acciaio vergine versus **acciaio** riciclato e **container** di nuova produzione versus riuso dei container

 Scenario di Progetto
container riusati e acciaio 100% riciclato;

 Scenario 1
container nuovo e acciaio 100% riciclato;

 Scenario 2
container riusati e acciaio 59% riciclato;

 Scenario 3
container nuovo e acciaio 59% riciclato;

 Scenario 4
container riusato e acciaio vergine;

 Scenario 5 (baseline)
container nuovo e acciaio vergine.

Container
 container riusati;
 container nuovi.

Acciaio
 acciaio 100% riciclato;
 acciaio 59% riciclato;
 acciaio vergine.

- Confronto LCA tra **soluzioni costruttive** di Progetto e soluzioni costruttive Business as Usual

- chiusura orizzontale inferiore
- chiusura orizzontale superiore
- chiusura verticale opaca

Life Cycle Inventory Analysis (LCIA)

**unità funzionale
valutazione
=
intero prototipo**

inventario delle quantità

struttura portante	 	acciaio
chiusura verticale opaca		alluminio
chiusura verticale trasparente		compositi
chiusura orizzontale inferiore		isolanti
chiusura superiore		legno
partizioni interne verticali		altro (vetro, impianti, ecc.)
partizione interna orizzontale		
impianti di fornitura servizi		

fasi del ciclo di vita

A1 - Estrazione materie prime
A2 - Trasporti
A3 - Produzione
A4 - Trasporto al sito di costruzione

impatti considerati

Global Warming Potential
(GWP)
Embodied Carbon [kgCO₂eq]

Total use of Renewable and
Non Renewable Primary Energy resource
(PERT + PENRT)
Embodied Energy [MJ]

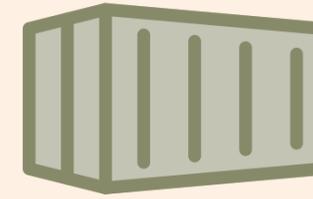
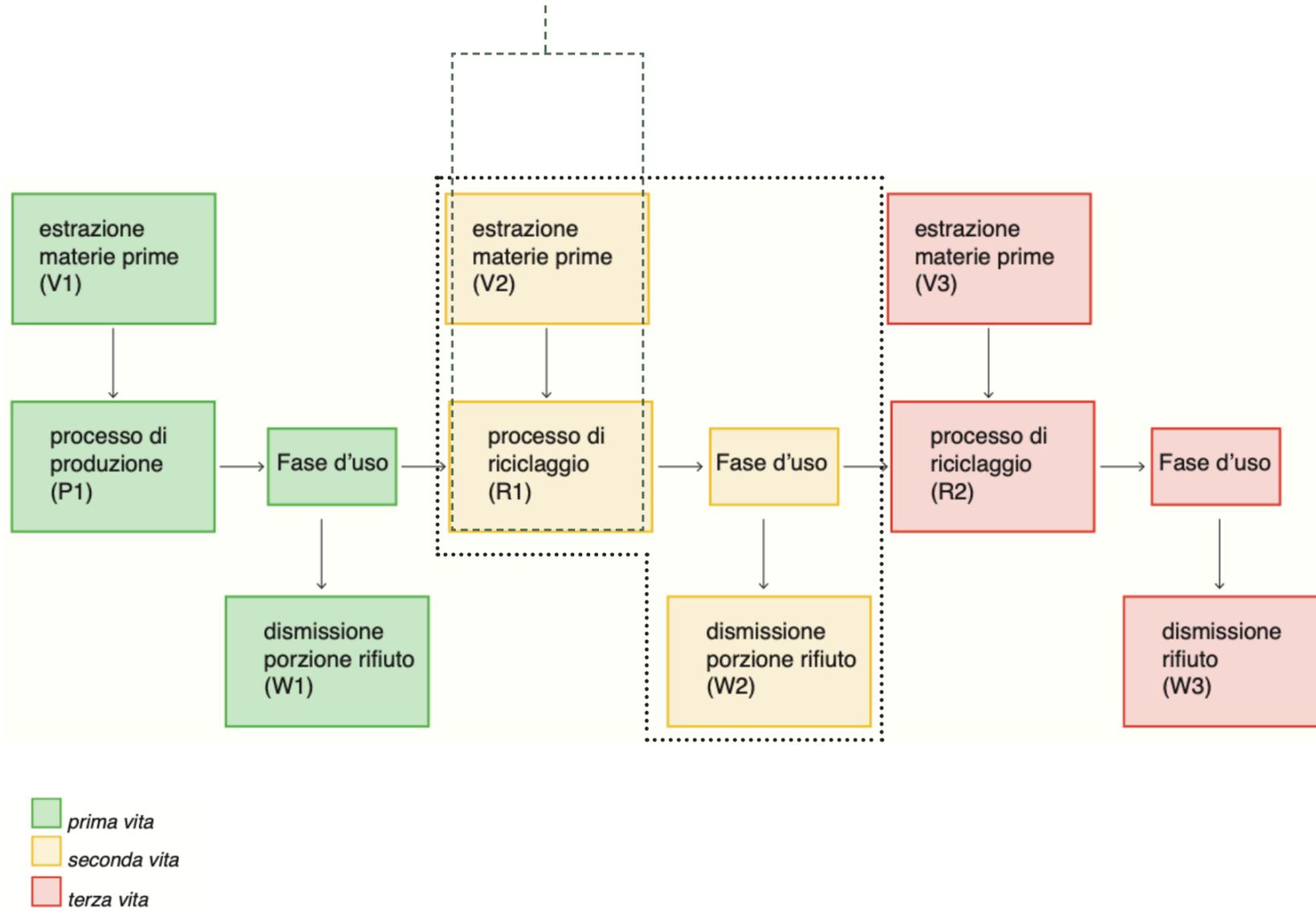
fonte dati ambientali

Environmental Product Declaration (EPD)
database Ökobaudat
database ICE
database Ecoinvent

Metodo di allocazione degli impatti tra prima e seconda vita

Partitioning approach: metodo di allocazione cut-off

il riuso di container non prevede attività di riadattamento, di conseguenza l'impatto del riuso è nullo



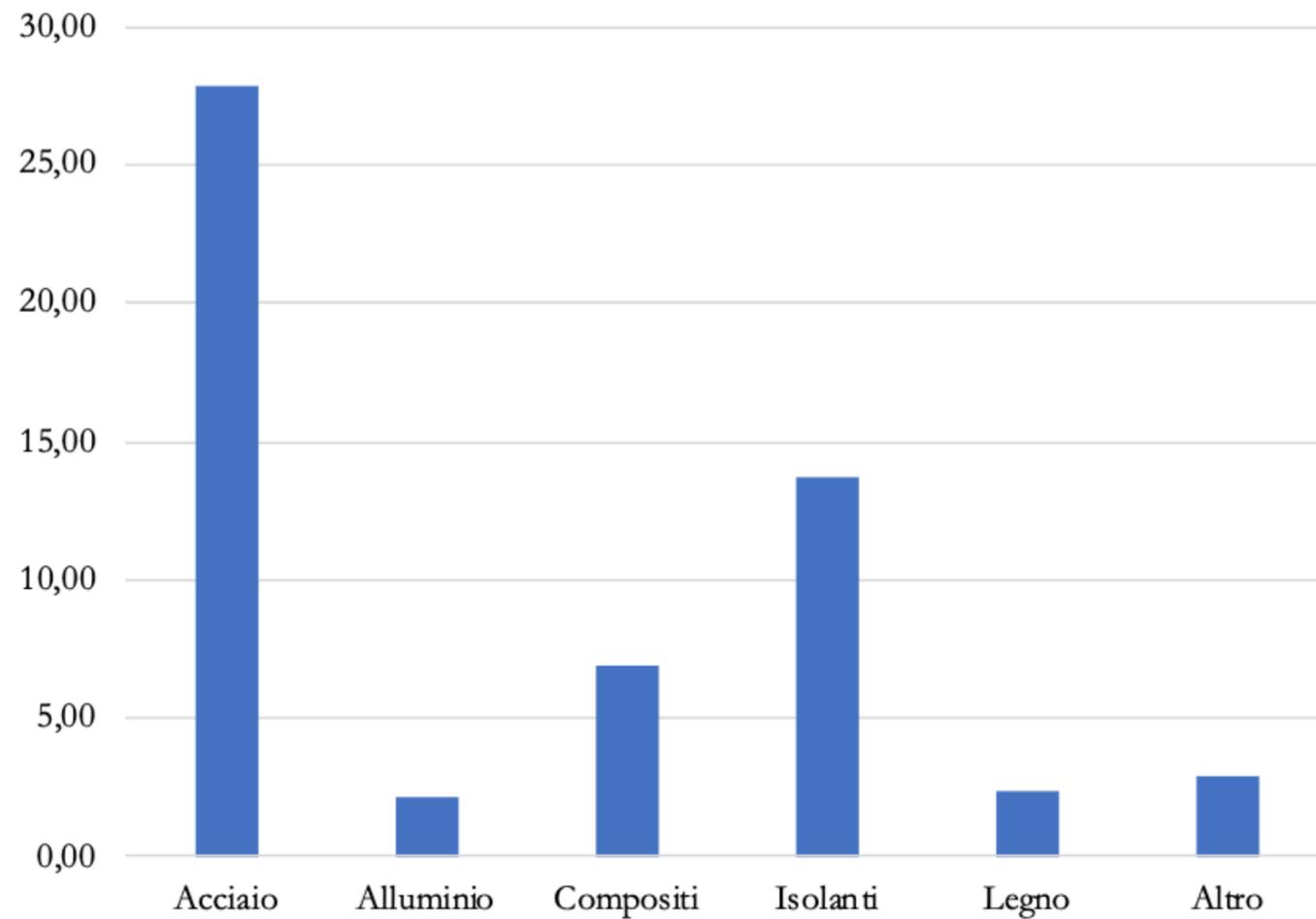
container nuovo:
si considerano gli impatti di produzione e di trasporto;
container riusato:
impatti di produzione nulli, si considerano solo gli impatti di trasporto al cantiere.



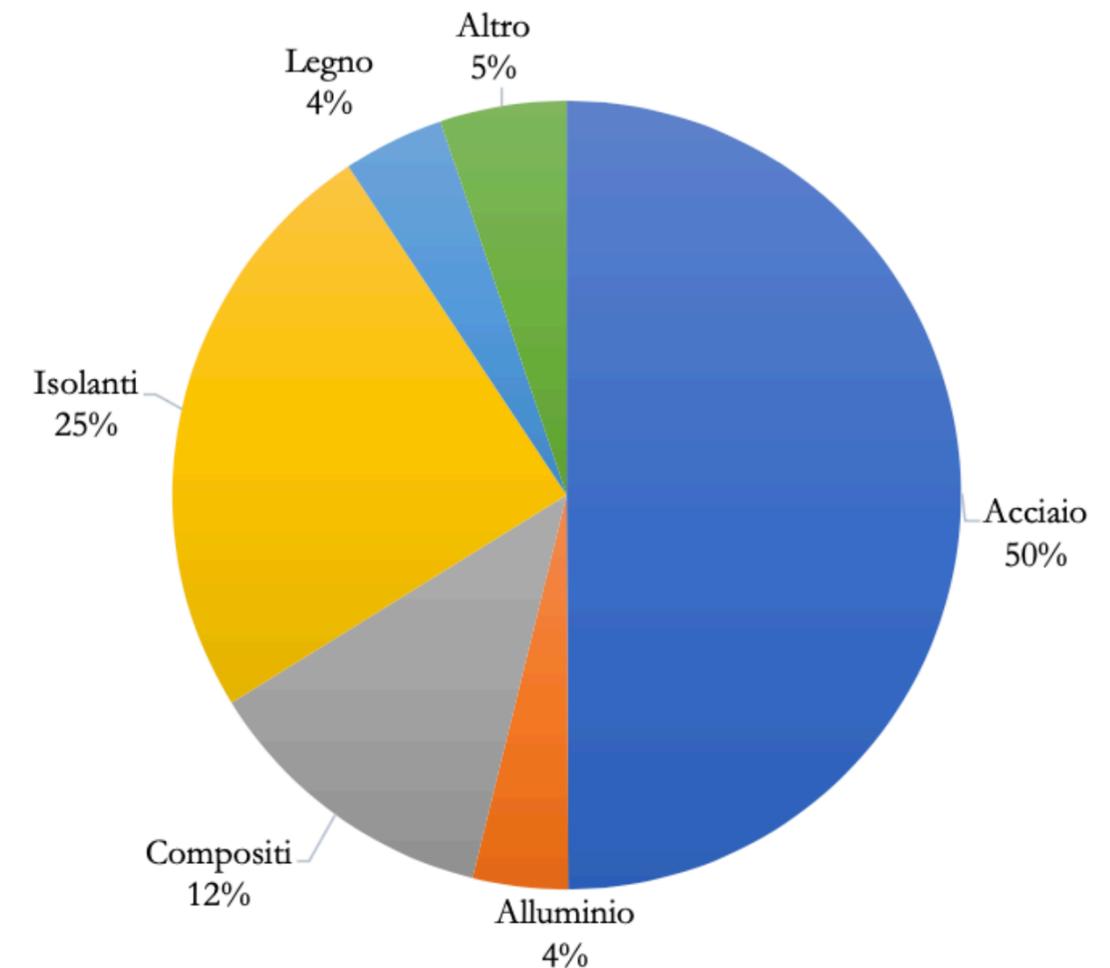
acciaio strutturale, per connessione container e porzioni aggiuntive, vergine:
si considerano gli impatti di produzione e trasporto; acciaio riciclato: gli impatti sono minori in quanto il processo di riciclo ha impatti inferiori rispetto alla produzione primaria.

Quantità materiche prototipo

Quantità [t] materiali di progetto suddivisi per categoria
- Scenario di Progetto -

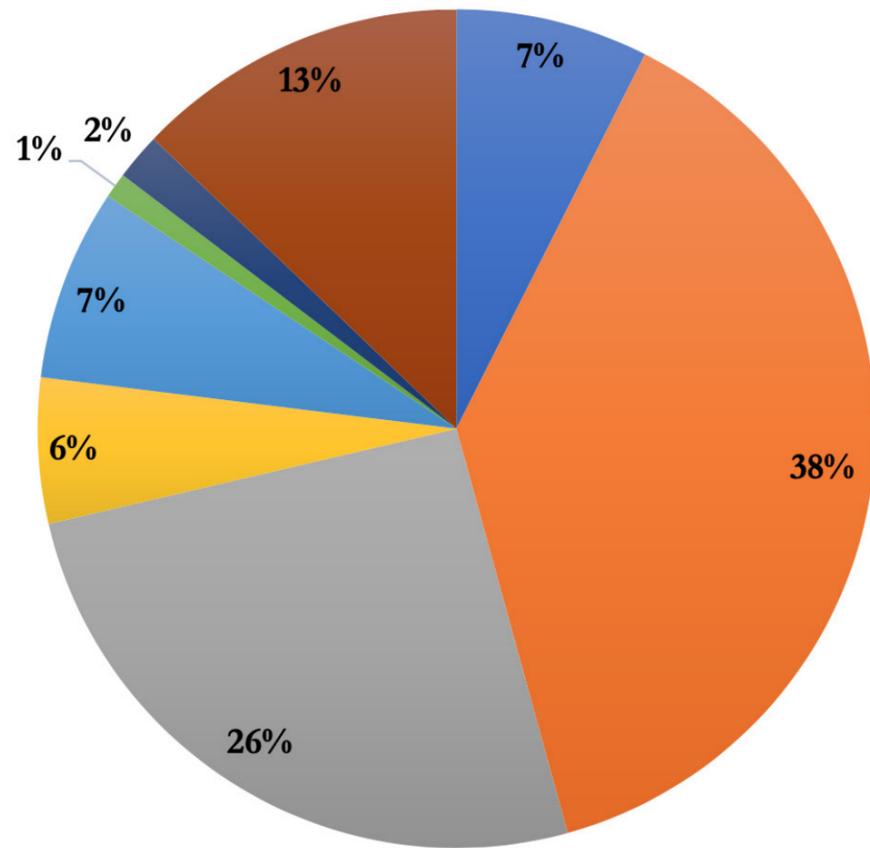


Incidenza [%] delle quantità di materiali
- Scenario di Progetto -

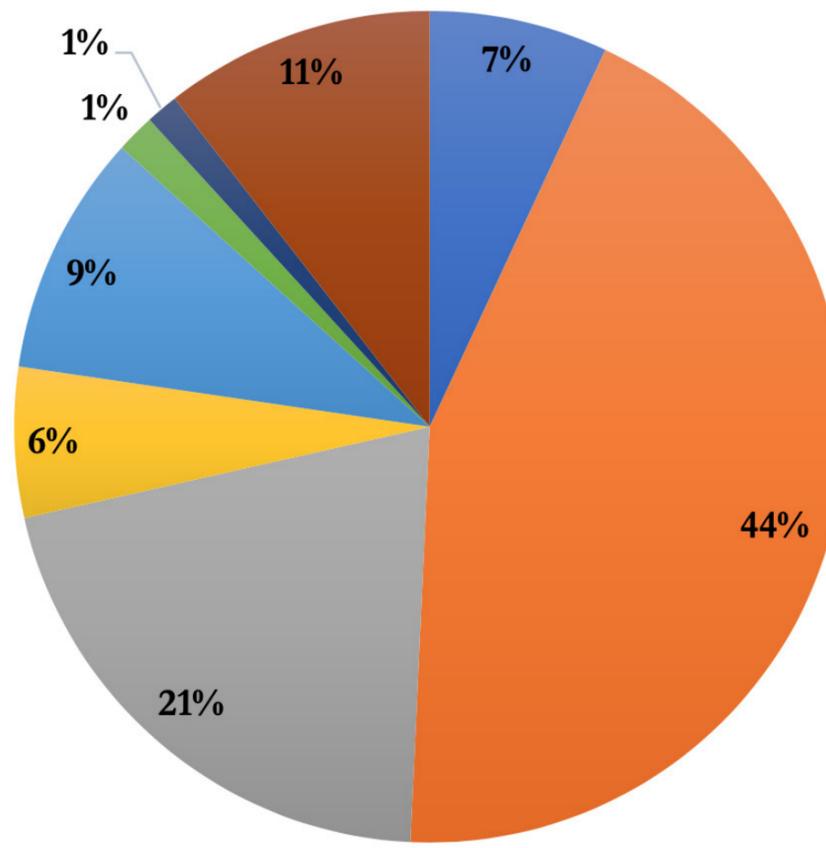


Life Cycle Assessment - Scenario di Progetto

Embodied Carbon [kgCO₂eq]
Fase A1 - A2 - A3
- Scenario di Progetto -



Embodied Energy [MJ]
Fase A1 - A2 - A3
- Scenario di Progetto -



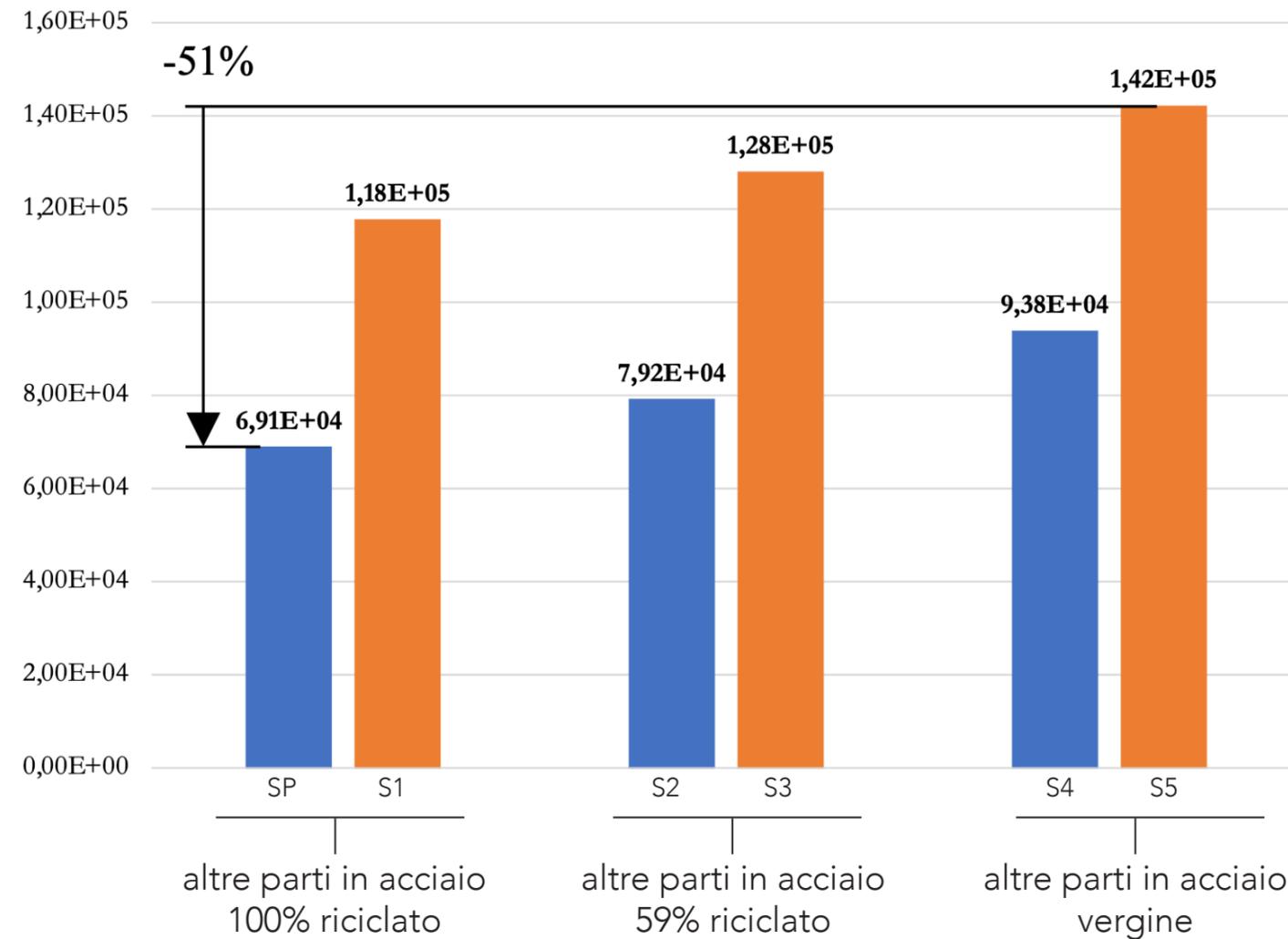
L'analisi LCA mostra un impatto complessivo del prototipo per la fase di produzione pari a **6,91+04 kg/CO₂eq** di Embodied Carbon e a **1,47E+06 MJ** di Embodied Energy.

- Struttura Portante
- Chiusura Verticale Opaca
- Chiusura Verticale Trasparente
- Chiusura Orizzontale Inferiore
- Chiusura Superiore
- Partizioni Interne Verticali
- Partizioni Interne Orizzontali
- Impianto di Fornitura Servizi

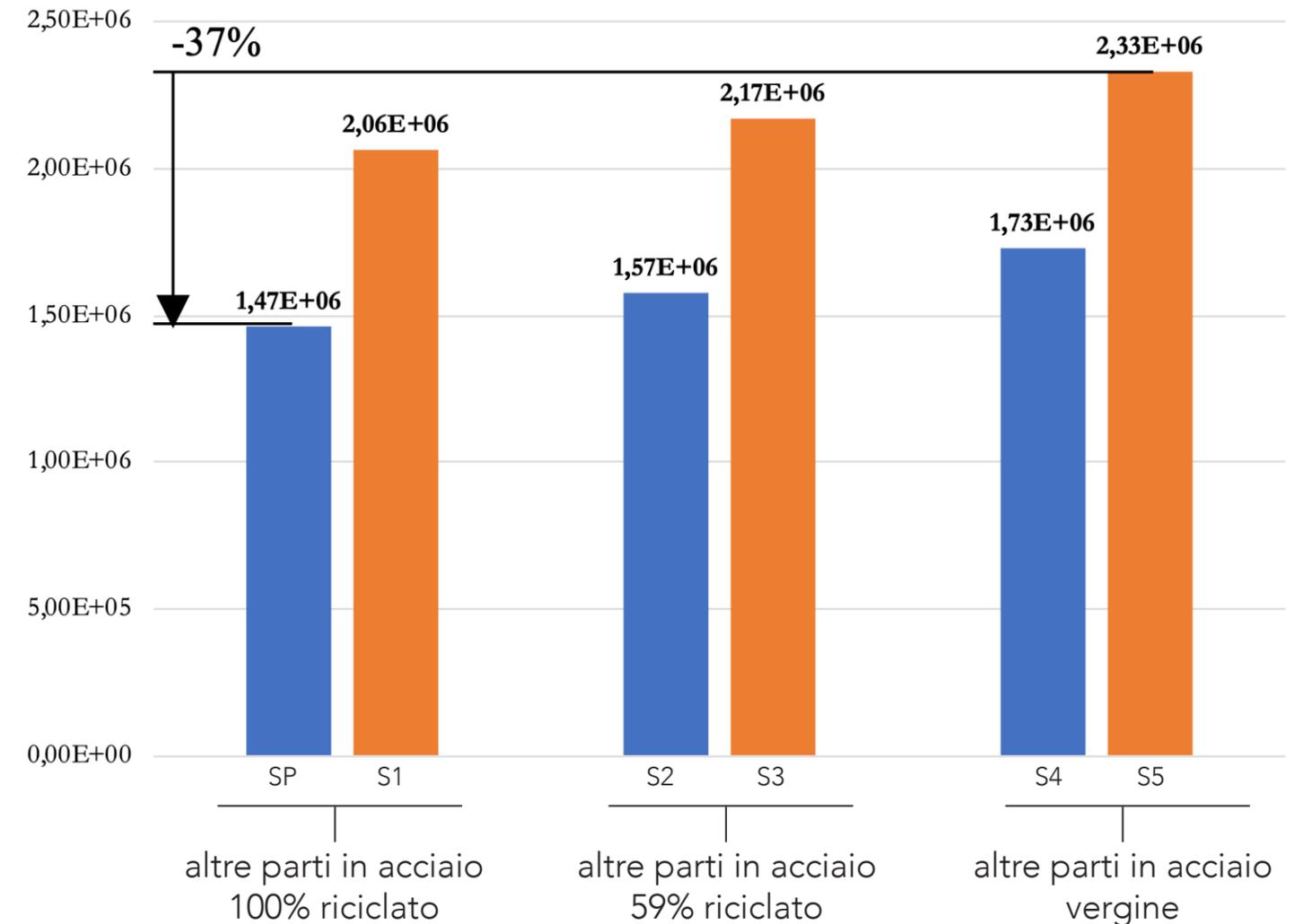
Life Cycle Assessment - Confronto tra scenari alternativi di struttura portante

acciaio vergine versus acciaio riciclato e container di nuova produzione versus riuso dei container

Embodied Carbon [kgCO₂eq]
Fase A1 - A2 - A3



Embodied Energy [MJ]
Fase A1 - A2 - A3

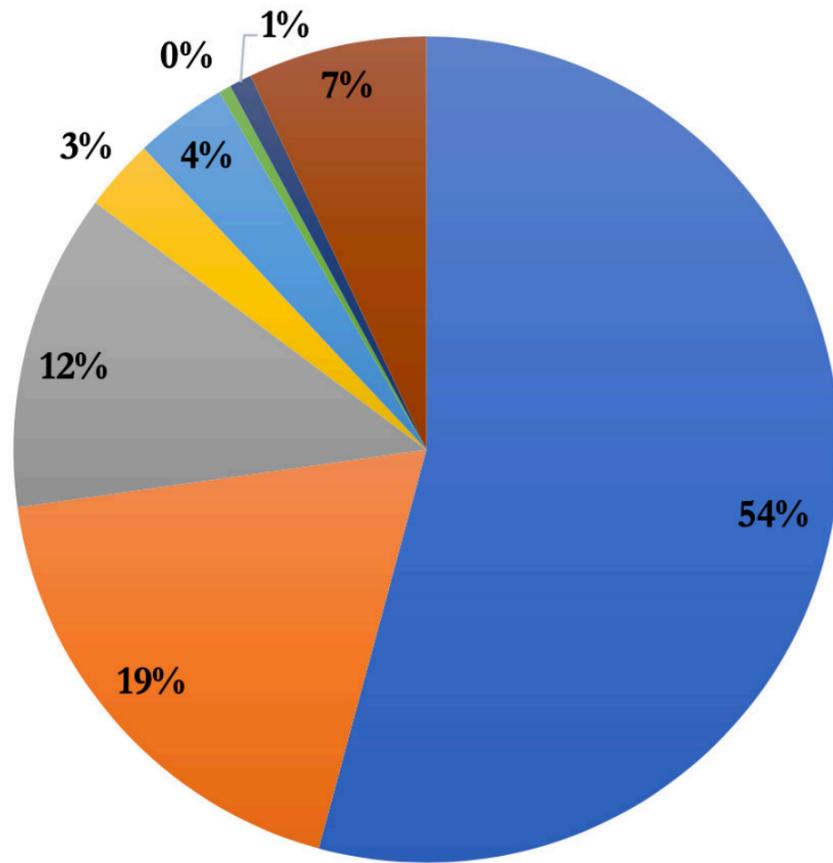


● container riusato

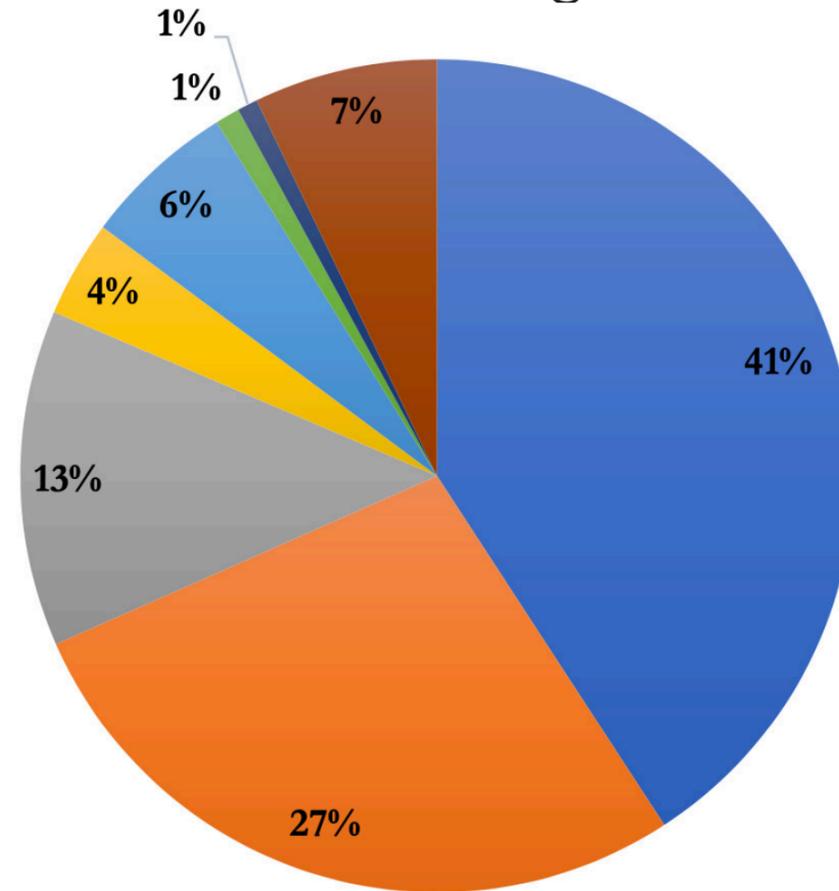
● container di nuova produzione

Life Cycle Assessment - Scenario 5 - Acciaio vergine e container nuovi

Embodied Carbon [kgCO₂eq]
Fase A1 - A2 - A3
- Scenario di Progetto -



Embodied Energy [MJ]
Fase A1 - A2 - A3
- Scenario di Progetto -



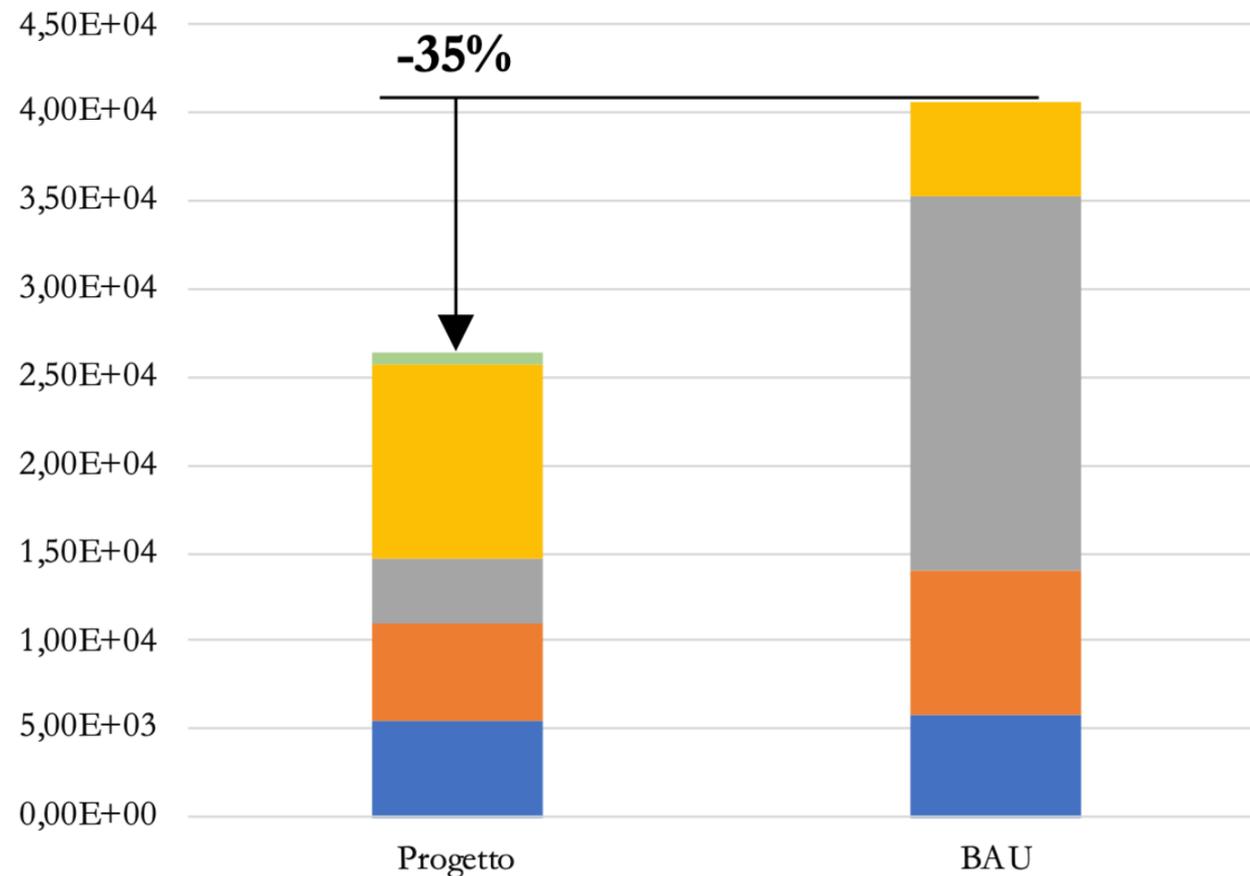
Nello scenario 5 la struttura portante incide del 54% sull'Embodied Carbon e del 41% sull'Embodied Energy, a confronto dello Scenario di Progetto, nel quale ha un'incidenza solo del 7% per entrambi gli impatti

- Struttura Portante
- Chiusura Verticale Opaca
- Chiusura Verticale Trasparente
- Chiusura Orizzontale Inferiore
- Chiusura Superiore
- Partizioni Interne Verticali
- Partizioni Interne Orizzontali
- Impianto di Fornitura Servizi

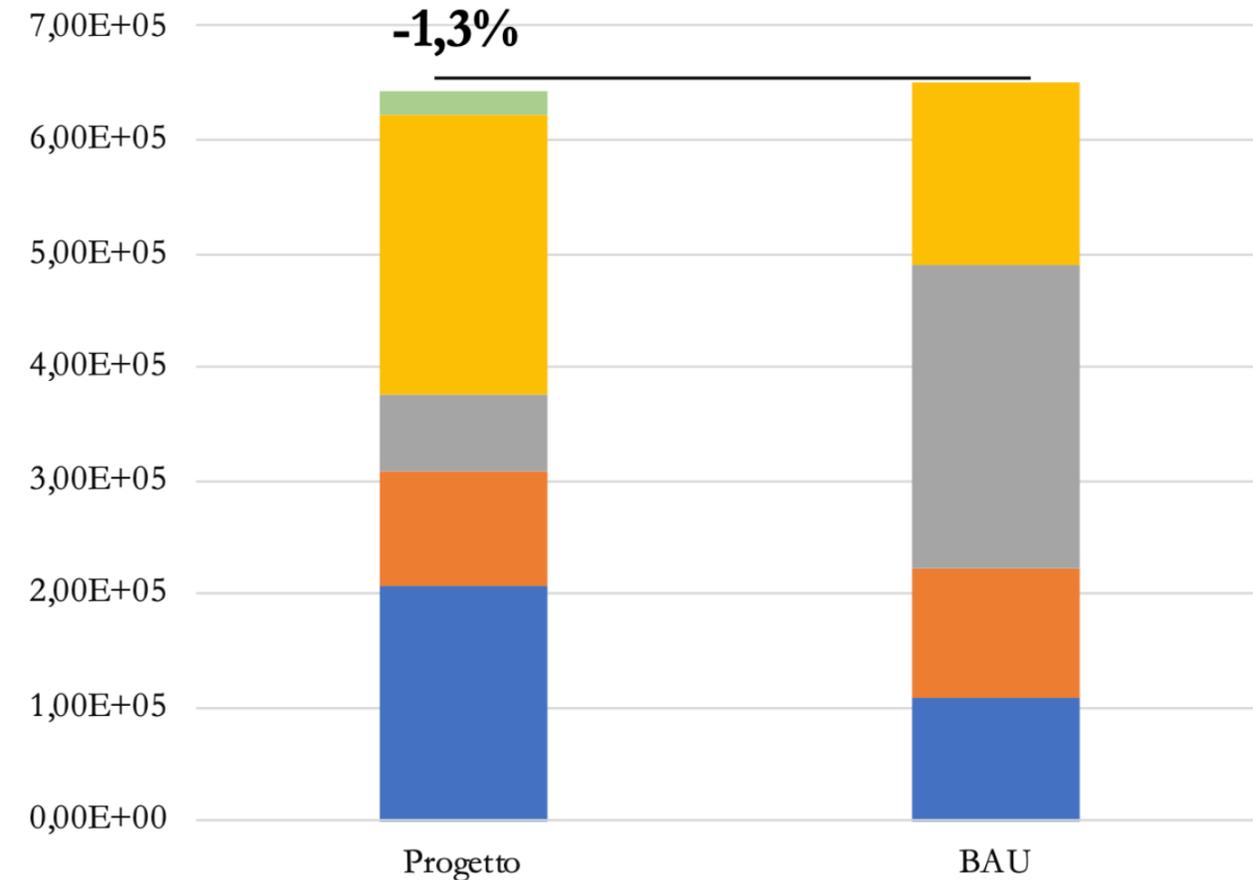
Life Cycle Assessment - Confronto tra soluzioni costruttive

chiusura verticale opaca a secco versus chiusura verticale opaca tradizionale

Embodied Carbon [kgCO₂eq]
Fase A1 - A2 - A3



Embodied Energy [MJ]
Fase A1 - A2 - A3

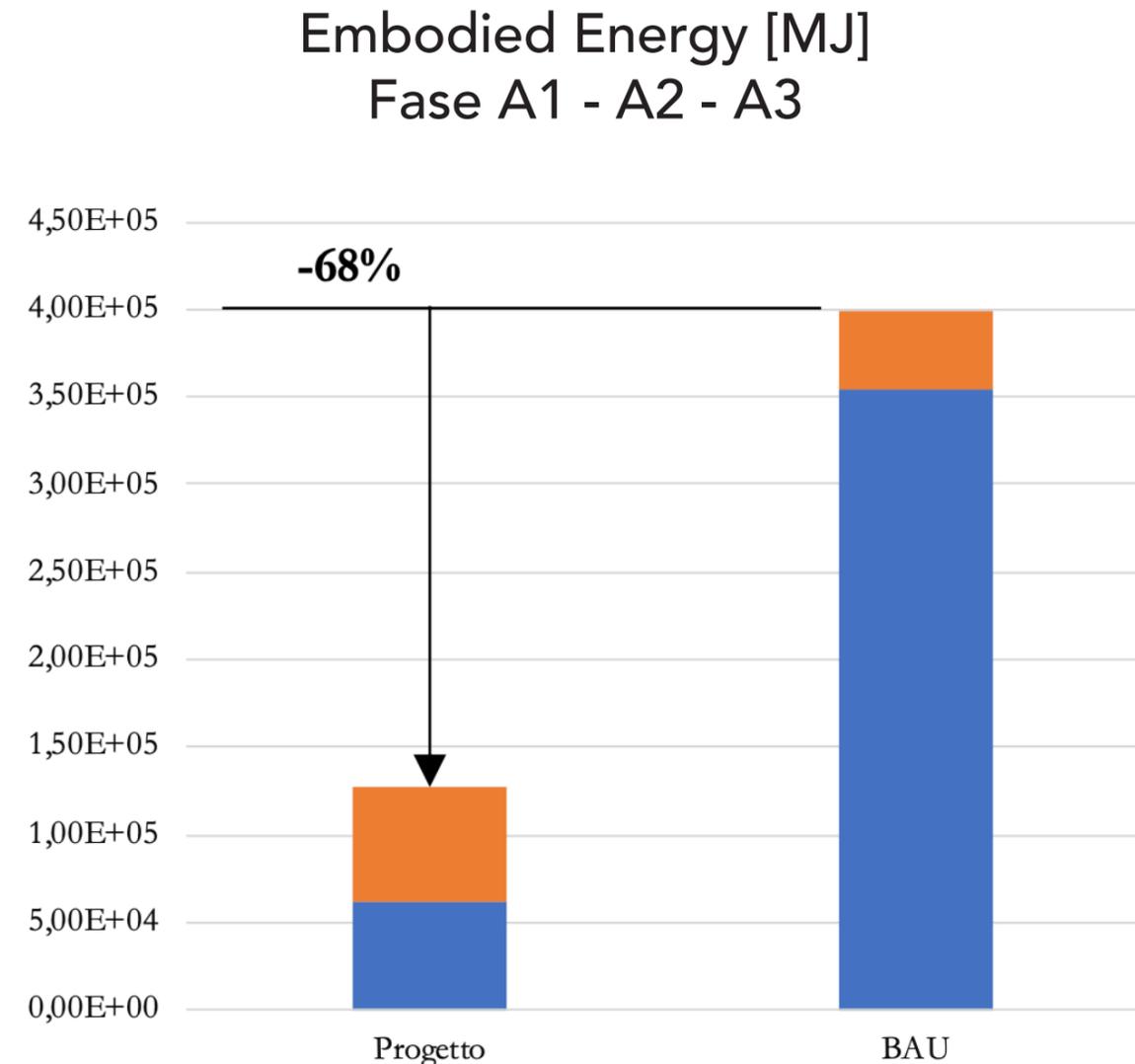
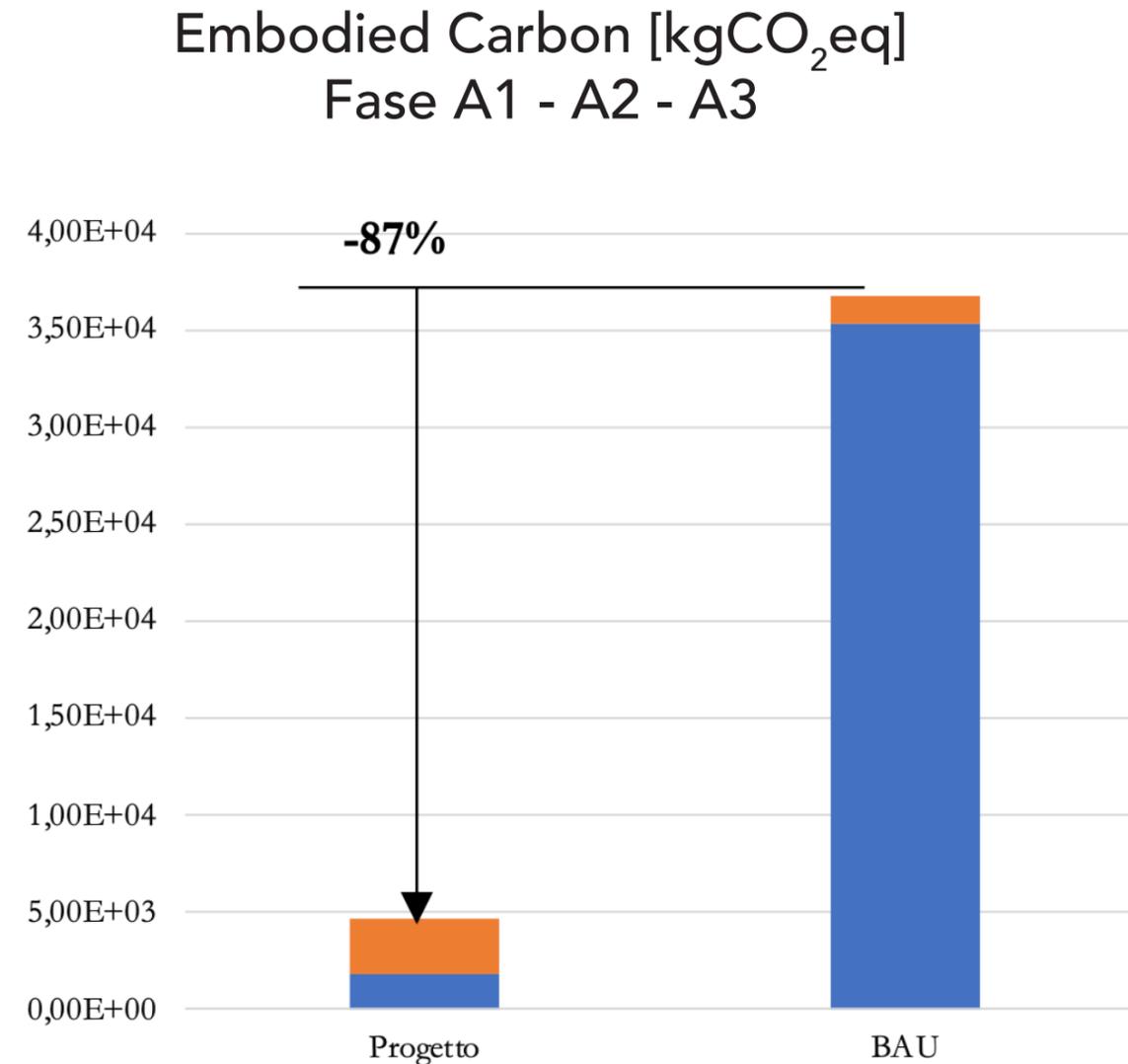


scelte materiche a secco pensate per la durabilità e dunque con ridotti cicli di sostituzione/manutenzione durante la vita utile dell'edificio

- Rivestimento
- Sottostruttura rivestimento
- Componenti resistenti
- Isolamento
- Guaine

Life Cycle Assessment - Confronto tra soluzioni costruttive

chiusura orizzontale superiore a secco versus chiusura orizzontale superiore tradizionale



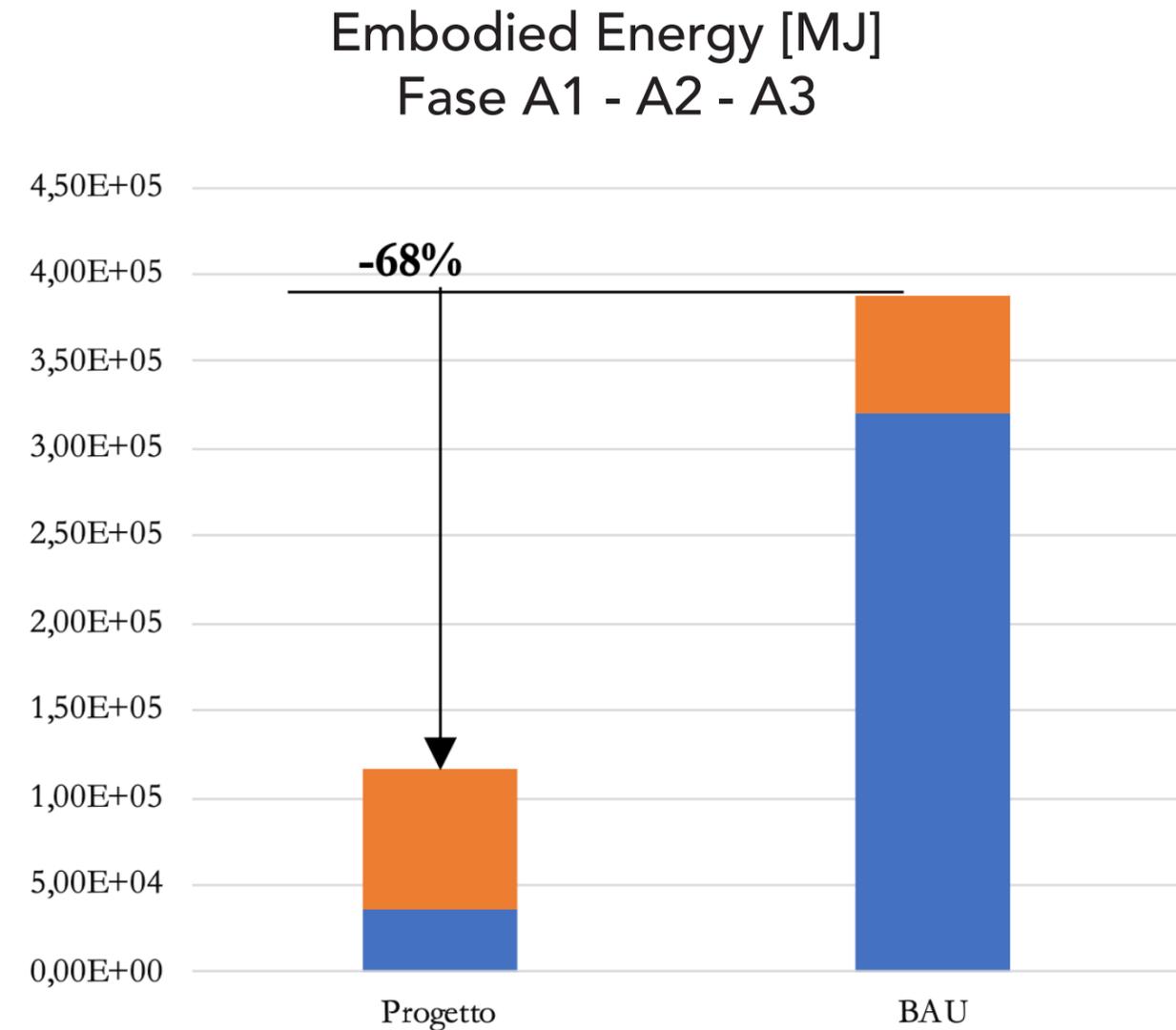
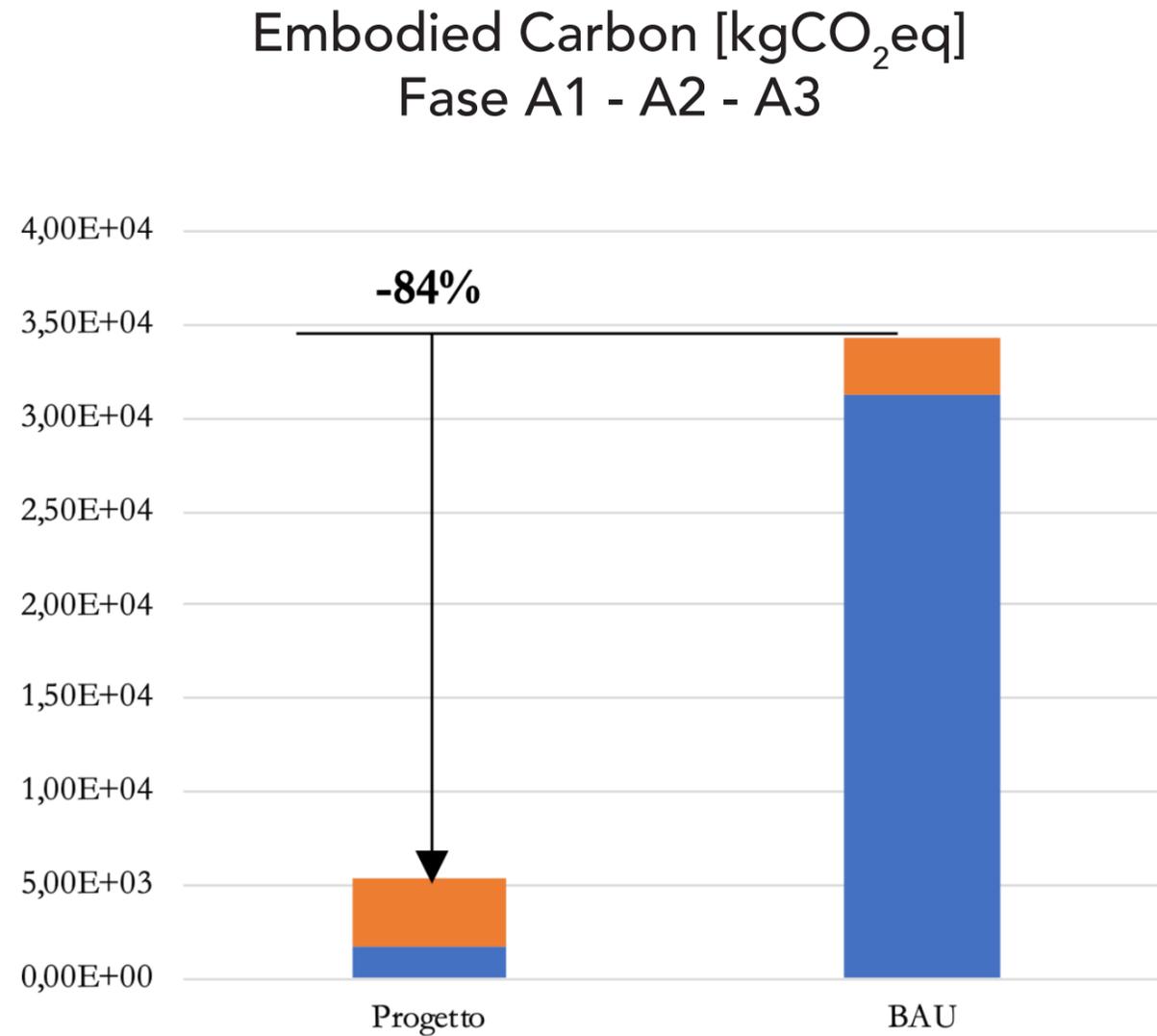
scelte materiche a secco pensate per la durabilità e dunque con ridotti cicli di sostituzione/manutenzione durante la vita utile dell'edificio

● Altro

● Isolmento

Life Cycle Assessment - Confronto tra soluzioni costruttive

chiusura orizzontale inferiore a secco versus chiusura orizzontale inferiore tradizionale



tecniche di fondazione a secco pensate per la reversibilità

● Fondazione

● Completamento

Conclusioni

La valutazione LCA è uno strumento utile alla quantificazione degli impatti e benefici **ambientali** dovuti a strategie di circolarità, come il riuso di elementi costruttivi e l'utilizzo materiali a contenuto di riciclato

Il **riutilizzo di container porta vantaggi ambientali** non solo al subsistema della struttura portante ma anche ad altri subsistemi di edificio, andando a sostituire alcune parti resistenti tradizionali (es. laterizio nella chiusura perimetrale verticale)

Le scelte **costruttive reversibili e a secco**, messe in atto in questo progetto, rappresentano vantaggi ambientali rispetto a soluzioni tradizionali



POLITECNICO
MILANO 1863

Grazie per l'attenzione

Serena Giorgi, Monica Lavagna, Elisabetta Ginelli

Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito (DABC)

Politecnico di Milano

serena.giorgi@polimi.it

monica.lavagna@polimi.it

elisabetta.ginelli@polimi.it